



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

## ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

## NÁVRH KONSTRUKCE PŘEKLÁDACÍHO VOZU

DESIGN OF THE FIELD TRANSFER TRAILER

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Emil Pokorný

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Přemysl Pokorný, Ph.D.

BRNO 2021



## Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav automobilního a dopravního inženýrství  
Student: **Bc. Emil Pokorný**  
Studijní program: Strojní inženýrství  
Studijní obor: Automobilní a dopravní inženýrství  
Vedoucí práce: **Ing. Přemysl Pokorný, Ph.D.**  
Akademický rok: 2020/21

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

### Návrh konstrukce překládacího vozu

#### Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Návrh konstrukce překládacího vozu určeného pro žňové práce v zemědělství. Koncepce stroje bude vytvořena jako modulární pro možné použití různých druhů odpružení náprav bez konstrukčních zásahů do univerzálního spodního rámu stroje. Navržená koncepce zohledňuje legislativní požadavky z hlediska použití bezpečnostních prvků, povolených rozměrů a hmotností. Součástí práce bude pevnostní analýza výsledného řešení.

Základní technické parametry:

Maximální technicky přípustná/povolená hmotnost 24000 kg.

Rozměry:

Délka včetně oje cca. 7000 – 9500 mm.

Šířka stroje včetně pneumatik max. 3000 mm.

Objem násypky 26 – 34 m<sup>3</sup>.

Dvojice šnekových dopravníků – horizontál podlahový a vertikální výsypný.

Konstrukční rychlost 40 km/h.

Dvojice odpružených náprav.

**Cíle diplomové práce:**

Kritická rešerše obdobných konstrukčních řešení překládacích vozů.  
Návrh konstrukce včetně všech konstrukčních celků, jejich popis a zhodnocení.  
Návrh šnekových dopravníků včetně výpočtu výkonnosti.  
Návrh pohonu šnekových dopravníků.  
Pevnostní analýza konstrukce násypky pro zvolené zátěžné stavy.  
Celková sestava překládacího vozu.  
Podsestava násypky překládacího vozu.  
Dílenské výrobní výkresy.

**Seznam doporučené literatury:**

SYROVÝ, Otakar. Doprava v zemědělství. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2008. ISBN 9788086726304.  
PTÁČEK, Petr a Aleš KAPLÁNEK. Přeprava nákladu v silniční nákladní dopravě. Brno: CERM, 2002. ISBN 8072042572.  
VLK, František. Dynamika motorových vozidel. 2. vyd. Brno: František Vlk, 2003. ISBN 8023900242.  
BAUER, František. Traktory a jejich využití. 2. vyd. Praha: Profi Press, 2013. ISBN 9788086726526.  
LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření. 1. vyd. Úvaly: Albra, 2003. ISBN 8086490742.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně, dne

L. S.

-----  
prof. Ing. Josef Štětina, Ph.D.  
ředitel ústavu

-----  
doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
děkan fakulty

## ABSTRAKT

Předmětem diplomové práce je konstrukční návrh překládacího vozu určeného pro žňové práce v zemědělství. První část práce zahrnuje rešerši obdobných konstrukčních řešení a shrnutí legislativních požadavků vztahujících se k danému zařízení. V další části je proveden popis jednotlivých konstrukčních celků, návrh pohonu a návrh šnekových dopravníků. Na základě uvedených zátěžných stavů je zpracována pevnostní analýza velkoobjemové násypky, která je v závěrečné části zhodnocena. Nedílnou součástí práce tvoří také částečná výkresová dokumentace. Tato diplomová práce vznikla ve spolupráci s firmou ZDT Nové Veselí.

## KLÍČOVÁ SLOVA

Překládací vůz, velkoobjemová násypka, pevnostní analýza, metoda konečných prvků.

## ABSTRACT

The aim of the diploma thesis is the structural design of the field transfer trailer designed for harvesting work in agriculture. The first part of the thesis contains an overview of similar construction solutions and a summary of legislative requirements related to the device. In the next part is performed a description of the individual structural units, the design of the drive and the design of the screw conveyors. Based on the stated load conditions, the strength analysis of the large – volume hopper is processed, which is evaluated in the final part. An integral part of the thesis is also a partial drawing documentation. This diploma thesis was created in cooperation with the company ZDT Nové Veselí.

## KEYWORDS

Field transfer trailer, large – volume hopper, strength analysis, finite element method.

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

POKORNÝ, Emil. *Návrh konstrukce překládacího vozu*. Brno, 2021. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/131997>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automobilního a dopravního inženýrství. Vedoucí práce Přemysl Pokorný.

## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Přemysla Pokorného, Ph.D., Ing. Martina Molvy a s použitím informačních zdrojů uvedených v seznamu.

V Brně dne 21. května 2021

.....

Emil Pokorný

## PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu diplomové práce Ing. Přemyslu Pokornému, Ph.D. a oponentovi Ing. Martinu Molvovi za cenné rady, které mi po dobu vypracování práce poskytovali. Poděkování patří také mé rodině a přátelům za podporu během celého studia.



# OBSAH

<b>Úvod .....</b>	<b>12</b>
<b>1 Shrnutí zadání diplomové práce .....</b>	<b>13</b>
1.1 Charakteristika problematiky úkolu.....	13
1.2 Cíle diplomové práce .....	13
1.3 Technické parametry.....	13
<b>2 Základní koncepční rozdělení překládacích vozů .....</b>	<b>14</b>
2.1 Rozdělení podle tvaru velkoobjemové násypky .....	14
2.1.1 Zešíkmená násypka tvaru „V“ .....	14
2.1.2 Násypka tvaru obráceného komolého jehlanu.....	15
2.2 Rozdělení podle spojení velkoobjemové násypky a podvozku .....	15
2.2.1 Výměnná překládací nástavba .....	15
2.2.2 Překládací nástavba jako jednoúčelový stroj.....	16
2.3 Rozdělení podle umístění překládacího šneku.....	17
2.3.1 Překládací šnek na předním čele násypky .....	17
2.3.2 Překládací šnekový adaptér místo zadního čela návěsu .....	17
2.3.3 Překládací šnek na boční straně násypky .....	18
2.4 Rozdělení podle typu podvozku .....	19
2.4.1 Kolový podvozek.....	19
2.4.2 Pásový podvozek .....	19
<b>3 Dostupné překládací vozy na trhu .....</b>	<b>20</b>
3.1 Hawe .....	20
3.2 Annaburger .....	21
3.3 Bergmann.....	21
3.4 Pronar.....	22
3.5 Güstrower.....	23
3.6 Grain Saver .....	24
3.7 Umega.....	25
<b>4 Zhodnocení technických parametrů .....</b>	<b>26</b>
4.1 Porovnání kapacit násypek .....	26
4.2 Porovnání průměrů překládacích šneků.....	27
4.3 Porovnání překládacích výkonů.....	27
4.4 Porovnání překládacích výšek .....	28
4.5 Porovnání dalších technických parametrů .....	28
<b>5 Legislativní požadavky .....</b>	<b>29</b>
5.1 Základní pojmy .....	29
5.2 Kategorie vozidel .....	30
5.3 Spojitelnost z pohledu hmotnosti přípojného vozidla a souprav .....	31
5.4 Spojitelnost vozidel v jízdní soupravu.....	32
5.5 Největší povolené hmotnosti vozidel a jejich rozdělení na nápravy.....	32
5.6 Další ustanovení o hmotnostech .....	33
5.7 Největší povolené rozměry vozidel a jízdních souprav .....	34

<b>6</b>	<b>Konstrukční návrh překládacího vozu .....</b>	<b>35</b>
6.1	Základní parametry překládacího vozu .....	36
6.2	Popis základních částí překládacího návstavy.....	37
6.2.1	Velkoobjemová násypka .....	37
6.2.2	Překládací dopravník.....	39
6.2.3	Regulační ústrojí .....	40
6.2.4	Pohon šnekových dopravníků .....	40
6.3	Popis základních částí tandemového podvozku .....	42
6.3.1	Rám .....	42
6.3.2	Odpružení.....	43
6.3.3	Nápravy.....	44
6.3.4	Pneumatiky.....	45
6.4	Navržené materiály konstrukčních celků .....	46
6.5	Další konstrukční a bezpečnostní prvky překládacího vozu .....	47
6.5.1	Prvky vyskytující se na překládacího návstavbě.....	47
6.5.2	Prvky vyskytující se na tandemovém podvozku .....	48
6.6	Zhodnocení konstrukčního návrhu překládacího vozu .....	48
<b>7</b>	<b>Návrh šnekových dopravníků .....</b>	<b>49</b>
7.1	Návrh překládacího šnekového dopravníku .....	49
7.1.1	Teoretická objemová výkonnost .....	49
7.1.2	Teoretická hmotnostní výkonnost .....	49
7.1.3	Průměr šneku.....	49
7.1.4	Rychlost posuvu materiálu.....	50
7.1.5	Objemová výkonnost .....	50
7.1.6	Čas potřebný pro přeložení .....	50
7.1.7	Hmotnostní výkonnost .....	51
7.1.8	Potřebný výkon pro pohon.....	51
7.1.9	Hnací moment na hřídeli šneku .....	51
7.1.10	Úhel stoupání šnekovnice .....	51
7.1.11	Maximální axiální síla působící na šnek .....	52
7.2	Návrh podlahového šnekového dopravníku .....	52
7.3	Doplňující informace obou návrhů.....	52
<b>8</b>	<b>Rozbor sil působících na překládací vůz.....</b>	<b>53</b>
8.1	Statická poloha .....	53
8.1.1	Tíhová síla působící ve statické poloze.....	53
8.2	Akcelerace .....	54
8.2.1	Setrvačná síla vznikající při akceleraci.....	54
8.2.2	Tlak působící na zadní čelo násypky při akceleraci.....	54
8.3	Brzdění traktoru.....	55
8.3.1	Setrvačná síla vznikající při brzdění traktoru .....	55
8.3.2	Tlak působící na přední čelo násypky při brzdění traktoru.....	55
8.4	Brzdění překládacího vozu.....	56
8.4.1	Setrvačná síla vznikající při brzdění vozu .....	56
8.4.2	Tlak působící na přední čelo násypky při brzdění vozu.....	56
8.5	Průjezd zatáčkou.....	57
8.5.1	Příčné zrychlení při průjezdu zatáčkou .....	57
8.5.2	Odstředivá síla vznikající při průjezdu zatáčkou .....	58

8.5.3	Tlak působící na bočnici násypky při průjezdu zatáčkou.....	58
<b>9</b>	<b>Příprava modelu pro MKP analýzu.....</b>	<b>59</b>
9.1	Model velkoobjemové násypky .....	59
9.2	Náhrady jednotlivých celků .....	60
9.2.1	Náhrada nákladu .....	60
9.2.2	Náhrada zatížení od podlahového a překládacího šneku.....	61
9.2.3	Náhrada rámu podvozku včetně oje .....	61
9.2.4	Náhrada závěsné hlavy .....	62
9.2.5	Náhrada pneumatického odpružení a náprav.....	63
9.2.6	Náhrada pneumatik.....	65
9.3	Okrajové podmínky zátěžných stavů .....	66
9.3.1	Statická poloha .....	66
9.3.2	Akcelerace .....	66
9.3.3	Brzdění traktoru.....	66
9.3.4	Brzdění překládacího vozu .....	66
9.3.5	Průjezd zatáčkou.....	66
<b>10</b>	<b>Výpočet mezních stavů únosnosti.....</b>	<b>67</b>
10.1	Vysokopevnostní ocel S600MC.....	67
10.1.1	Hodnota návrhové pevnosti .....	67
10.1.2	Návrhová pevnost.....	67
10.2	Vysokopevnostní ocel S460MC.....	67
10.2.1	Hodnota návrhové pevnosti .....	67
10.2.2	Návrhová pevnost.....	68
10.3	Konstrukční nelegovaná ocel S355J2 .....	68
10.3.1	Hodnota návrhové pevnosti .....	68
10.3.2	Návrhová pevnost.....	68
<b>11</b>	<b>MKP analýza navržené konstrukce násypky .....</b>	<b>69</b>
11.1	Statická poloha .....	69
11.2	Akcelerace.....	70
11.3	Brzdění traktoru .....	72
11.4	Brzdění překládacího vozu.....	73
11.5	Průjezd zatáčkou .....	74
	<b>Závěr.....</b>	<b>76</b>
	<b>Použité informační zdroje.....</b>	<b>77</b>
	<b>Seznam použitých zkratk a symbolů.....</b>	<b>81</b>
	<b>Seznam příloh .....</b>	<b>83</b>
	<b>Seznam samostatných příloh .....</b>	<b>83</b>

## Úvod

Překládací vozy se řadí mezi zemědělské stroje, které jsou primárně určeny pro práci na poli při skupinovém nasazení sklízecích mlátiček. Dá se říci, že tvoří tzv. spojovací člen mezi neustále jedoucí sklízecí technikou a na okraji pole stojícími přepravními prostředky. Díky překládací technice je možné využít maximálního výkonu sklízeců a stoprocentně tak zužítkovat investice spojené s těmito sklízecími stroji. Překládací vozy mají značný vliv na rychlejší sklizeň, která je zejména při nestálém počasí velice důležitá.

Další významnou předností překládací techniky je snížení negativního působení na strukturu orné půdy. Překládací vůz a trakční prostředek tvoří jízdní soupravu využívající nízkotlaké pneumatiky, případně pásové podvozky, které jsou vhodnou volbou při práci na poli. Zmíněné varianty naopak nejsou ideální pro absolvování přejezdů po zpevněných komunikacích.

Překládací nástavby jsou nejčastěji využívány k překládání obilovin, přičemž je lze použít i pro překládání dalších plodin, jako jsou například řepka či kukuřice. Překládací vozy se řadí mezi opravdu vytříbené zemědělské stroje i díky svému širšímu využití v oblasti zásobování rozmetadel pevných minerálních hnojiv, plnění secích strojů nebo plnění železničních vagónů. I v těchto případech je však nutné zvolit správnou konfiguraci podvozku nebo jej kombinovat se systémy sloužícími k regulaci tlaku.

# 1 SHRNUTÍ ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomová práce vznikající ve spolupráci s firmou ZDT Nové Veselí se zabývá návrhem konstrukce překládacího vozu určeného pro žňové práce v zemědělství. V následující části této kapitoly je uvedena stručná charakteristika problematiky úkolu včetně cílů a základních technických parametrů.

## 1.1 CHARAKTERISTIKA PROBLEMATIKY ÚKOLU

Hlavní problematikou této práce je návrh konstrukce překládacího vozu a pevnostní analýza jeho násypky. Pro možné využití různých druhů odpružení náprav má být koncepce stroje vytvořena jako modulární, aby nebylo nutné konstrukčně zasahovat do univerzálního spodního rámu. Navržená koncepce musí také z různých hledisek zohledňovat legislativní požadavky, které jsou nedílnou součástí návrhů tohoto charakteru.

## 1.2 CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Cíle diplomové práce vychází ze zadání a jsou shrnuty v následujících bodech:

- Kritická rešerše obdobných konstrukčních řešení překládacích vozů.
- Návrh konstrukce včetně všech konstrukčních celků, jejich popis a zhodnocení.
- Návrh šnekových dopravníků včetně výpočtu výkonnosti.
- Návrh pohonu šnekových dopravníků.
- Pevnostní analýza konstrukce násypky pro zvolené zátěžné stavy.
- Celková sestava překládacího vozu.
- Podsestava násypky překládacího vozu.
- Dílenské výrobní výkresy.

## 1.3 TECHNICKÉ PARAMETRY

Navržená konstrukce musí splňovat určité základní technické parametry, které jsou taktéž dány zadáním této diplomové práce a jsou shrnuty v následujících bodech:

- Maximální technicky přípustná/povolená hmotnost 24 000 kg.
- Délka včetně oje cca. 7 000 – 9 500 mm.
- Šířka stroje včetně pneumatik max. 3 000 mm.
- Objem násypky 26 – 34 m<sup>3</sup>.
- Dvojice šnekových dopravníků.
- Konstrukční rychlost 40 km/h.
- Dvojice odpružených náprav.

## 2 ZÁKLADNÍ KONCEPČNÍ ROZDĚLENÍ PŘEKLÁDACÍCH VOZŮ

Z hlediska konstrukce jsou překládací vozy obecně vnímány jako traktorové návěsy s jedonápravovým nebo vícenápravovým podvozkem. Nejdůležitějším celkem, který tvoří součást každé překládací nástavby, je velkoobjemová násypka.

V dnešní době se překládací vozy řadí do tak rozšířeného odvětví zemědělství, že jsou využívány téměř po celém světě. V posledních letech se některé společnosti zaměřily na portfolio pro menší a střední farmy a představily tak své nové generace překládacích vozů s nižší kapacitou. Jiné společnosti zase kladly důraz na technické a konstrukční inovace, které vedly k lepší manévrovatelnosti celé soupravy jak na komunikacích, tak na poli. [13]

Jednotlivé koncepce vozů lze porovnávat na základě různých konstrukčních i technických hledisek. V následujících podkapitolách je provedeno koncepční rozdělení překládací techniky se stručným popisem jednotlivých koncepcí.

### 2.1 ROZDĚLENÍ PODLE TVARU VELKOOBJEMOVÉ NÁSYPKY

Tvar velkoobjemové násypky je důležitou specifikací pro konstrukci překládacích vozů. Násypky bývají konstruovány ve dvou základních variantách, kterými jsou zešíkmené násypky ve tvaru „V“, připomínající vanovou sklápěcí korbu, a násypky konstruované do tvaru obráceného komolého jehlanu.

#### 2.1.1 ZEŠÍKMENÁ NÁSYPKA TVARU „V“

Násypky tohoto zešíkmeného tvaru (viz Obr. 1) mohou dosahovat objemu až 50 m<sup>3</sup>. Jejich konstrukce je tvořena pevnými v podélném směru zešíkmenými bočnicemi, které usměrňují zrno k podlahovému šneku. Výška bočnic násypky se u většiny překládacích vozů liší tím, že na překládací straně bývají bočnice vyšší, zatímco na plnicí straně jsou naopak nižší. Zrno je dopravováno podlahovým šnekem směrem k překládacímu šneku, za pomoci kterého je zprostředkován překlad zrna na daný přepravní prostředek. Násypky bývají mimo jiné také vybaveny žebříkem a kontrolním okénkem. [14] [15]



Obr. 1 Překládací vůz se zešíkmenou násypkou [36]

### 2.1.2 NÁSYPKA TVARU OBRÁCENÉHO KOMOLÉHO JEHLANU

Násypky tvaru obráceného komolého jehlanu (viz *Obr. 2*) zajišťují svou konstrukcí sesypávání zrna přímo k dělenému překládacímu šneku. Jak už samotný název napovídá, bočnice i čela jsou skloněny pod určitým sypným úhlem, z čehož plyne, že překládací šnek je neustále samovolně plněn, protože jeho plnicí otvor se nachází v nejnižším místě konstrukce. Taktéž u tohoto typu bývá výška obou bočnic odlišná a součástí násypky jsou žebřík a kontrolní okénko. [16]



*Obr. 2 Překládací vůz s násypkou tvaru obráceného komolého jehlanu [38]*

## 2.2 ROZDĚLENÍ PODLE SPOJENÍ VELKOOBJEMOVÉ NÁSYPKY A PODVOZKU

Dalším důležitým konstrukčním uzlem překládacích vozů je způsob spojení velkoobjemové násypky s rámem daného podvozku. Podobně jako při rozdělení podle tvaru násypky se i v tomto případě vyskytují dvě možné varianty. Jestliže je podvozek s konstrukcí násypky spojen pevným rozebíratelným spojením a lze jej kombinovat s více druhy nástaveb, jedná se o výměnnou překládací nástavbu. Naopak, když je podvozek využíván pouze s danou překládací nástavbou a je s násypkou spojen pevným nerozebíratelným spojením, případně jsou oba celky vzájemně smontovány, jedná se o jednoúčelový stroj.

### 2.2.1 VÝMĚNNÁ PŘEKLÁDACÍ NÁSTAVBA

V praxi je obecně používán termín „systém výměnných nástaveb“, kam spadají tyto koncepční řešení (viz *Obr. 3*). U těch nejkvalitnějších výměnných systémů může výměna zabrat méně než 25 minut. Jedním z nejznámějších výrobců zmiňované techniky je firma Annaburger, která poskytuje univerzální podvozek určený až pro sedm druhů nástaveb. V České republice vlastní firma ZDT Nové Veselí univerzální podvozek, který lze kombinovat až se čtyřmi různými nástavbami. [17] [18]





Obr. 3 Překládací vůz jako výměnná překládací nástavba [39]

## 2.2.2 PŘEKLÁDACÍ NÁSTAVBA JAKO JEDNOÚČELOVÝ STROJ

Je-li podvozek určen pouze pro danou překládací nástavbu, jedná se o jednoúčelový stroj (viz Obr. 4). Jak bylo řečeno výše, u jednoúčelového stroje může být násypka spojena s podvozkem buď pevným nerozebíratelným spojem, nebo mohou být oba konstrukční celky vzájemně smontovány. Druhá zmíněná varianta poskytuje několik výhod, mezi které lze zařadit jak možnost demontování násypky a podvozku, tak i možnost využití tenzometrických vah, které se umísťují mezi obě konstrukce.



Obr. 4 Překládací vůz jako jednoúčelový stroj [40]



## 2.3 ROZDĚLENÍ PODLE UMÍSTĚNÍ PŘEKLÁDACÍHO ŠNEKU

Násypky tvaru obráceného komolého jehlanu mají jeden dělený šnekový dopravník, zatímco zešíkmené násypky tvaru „V“ jsou tvořeny podlahovým plnicím šnekem na dně násypky (v některých případech jsou použity dva menší podlahové šneky) a překládacím šnekem sloužícím k přeložení zrna. Rozdělení na základě umístění překládacího šneku se bude týkat především vozů se zešíkmenou násypkou tvaru „V“. U tohoto tvaru velkoobjemové násypky se na trhu vyskytují vozy ve dvou variantách, kterými jsou vozy s překládacím šnekem na předním čele velkoobjemové násypky a vozy s překládacím šnekem na boční straně násypky. V praxi se lze také setkat s variantou, kde je šnekový překládací adaptér připevněn místo zadního čela sklápěcího návěsu nebo návěsu s výtlačným čelem.

### 2.3.1 PŘEKLÁDACÍ ŠNEK NA PŘEDNÍM ČELE NÁSYPKY

Varianta s překládacím šnekem na předním čele násypky (viz *Obr. 5*) je ze zmíněných variant tou nejrozšířenější na trhu. Poskytuje řadu výhod, mezi které lze zařadit například možnost bezproblémové optické kontroly dopravníku řidičem přímo z kabiny trakčního prostředku. Co se týče pohonu překládacího šneku, tak ten obstarává úhlová převodovka, která je poháněna kloubovým hřídelem od vývodového hřídele traktoru. Z hlediska konstrukce bývá překládací šnek dělený, což umožňuje jeho sklopení za využití hydraulického zařízení. Možnost sklopení překládacího šneku je u těchto variant klíčová z důvodu bezpečné dopravy po pozemních komunikacích. [16]



*Obr. 5 Sklopný překládací šnek na předním čele u tří různých vozů [41] [42] [43]*

### 2.3.2 PŘEKLÁDACÍ ŠNEKOVÝ ADAPTÉR MÍSTO ZADNÍHO ČELA NÁVĚSU

V tomto případě se jedná o variantu, kde je překládací šnekový adaptér připevněn místo zadního čela sklápěcího návěsu nebo návěsu s výtlačným čelem (viz *Obr. 6*). Tento způsob překládky se neřadí k tak produktivním jako v případě zmiňované varianty s překládacím šnekem na předním čele velkoobjemové násypky. Nejvýkonnější překládací adaptéry mohou dosahovat při překládce výkonu kolem 10 tun/min, přičemž jejich pohon bývá buď mechanický, nebo hydraulický. [19]



Obr. 6 Šnekový překládací adaptér u návěsu s výtlačným čelem [44]

### 2.3.3 PŘEKLÁDACÍ ŠNEK NA BOČNÍ STRANĚ NÁSYPKY

U této koncepční varianty (viz Obr. 7) se dá říci, že překládací šnek je umístěn podobně jako u sklízecích mlátiček. Šnek je uložen ve tvarovém vybrání v bočnici nasyvky, přičemž jedna část šneku je umístěna uvnitř velkoobjemové nasyvky a druhá část je umístěna vně nasyvky. Tato varianta s sebou přináší řadu výhod, mezi které patří především multifunkčnost překládací nástavby. Touto multifunkčností se rozumí například možnost překládat zrna přes příkop nebo schopnost vysypávat zrna dozadu za sebe jako klasický návěs. Díky schopnosti výsypu zrna dozadu za sebe vozy dokáží překládat náklad i ve stísněných či jinak komplikovaných prostorách. [20]



Obr. 7 Překládací vůz s překládacím šnekem na boční straně nasyvky [45]



## 2.4 ROZDĚLENÍ PODLE TYPU PODVOZKU

Poslední rozdělení je provedeno na základě konfigurace podvozku. Podvozky mohou být jedonápravové či vícenápravové, důležitým faktorem ovšem je, zda je podvozek uložen na pneumatikách nebo pásech. Původně byly překládací vozy konstruovány pouze v kolovém provedení, postupem času se však začal klást větší důraz na ochranu půdy, což s sebou přineslo využití prvních pásových podvozků u překládací techniky.

### 2.4.1 KOLOVÝ PODVOZEK

Kolové podvozky jsou stále převažujícím pojízdným systémem dopravních a pracovních strojů. Vjezdem zemědělského stroje na pole začíná velmi složitý proces ovlivňování půdy, který může souhrou podmínek přejít v proces škodlivý. Proto je důležité brát ohled na nadměrné utužování půdy, které má poté vliv na její úrodnost a biologický potenciál. Důležitým požadavkem na kolové podvozky u překládacích vozů je vyvolávat co nejmenší měrný tlak na danou půdu, čehož lze dosáhnout správnou volbou pneumatik a především jejich správným huštěním. U kolových podvozků překládacích vozů jsou využívány nízkotlaké pneumatiky, které by měly co nejméně ovlivňovat ornou půdu. [21]

### 2.4.2 PÁSOVÝ PODVOZEK

O pásových podvozcích je všeobecně známo, že mají pozitivnější vliv na ochranu půdy, a proto se s nimi lze setkat i u překládací techniky (viz Obr. 8). V dnešní době kladou výrobci těchto podvozků důraz jak na ochranu půdy, tak na výkonnost samotného vozu. Jejich prioritou je, aby konstrukce pásového podvozku zvyšovala tažnou sílu a zároveň částečně snižovala spotřebu paliva. Z hlediska stability lze říci, že jsou pásové podvozky v porovnání s kolovými vhodnější variantou pro jízdu na svazích. [21]



Obr. 8 Překládací vůz s pásovým podvozkem [46]

### 3 DOSTUPNÉ PŘEKLÁDACÍ VOZY NA TRHU

Dle zadání diplomové práce je cílem navrhnout konstrukci překládacího vozu o maximální technicky přípustné hmotnosti 24 000 kg a s objemem násypky 26 – 34 m<sup>3</sup>. Navržený vůz musí být dvoušnekové koncepce, přičemž koncepce podvozku má být tvořena dvojicí odpružených náprav.

Na základě parametrů zadání diplomové práce byli vybráni výrobci překládacích vozů, kteří dodávají na trh stroje obdobných specifikací. Zvolení výrobci jsou uvedeni v následujících podkapitolách i s příklady překládací techniky, kterou nabízejí ve svém sortimentu.

#### 3.1 HAWE

Hawe je středně velký rodinný podnik se sídlem ve Wippingenu v Emslandu. Společnost se specializuje na výrobu robustních a inovativních řešení pro vozidla a přepravu. Jejich výrobky jsou vyvíjeny v úzkém dialogu se zemědělskou praxí, přičemž ve světě jsou známy svoji dlouhou životností. [22]

V sortimentu, který společnost nabízí, se nachází jak překládací vozy určené pro přepravu obilí, osiva a hnojiva, tak i vozy určené pro převoz řezanky či cukrové řepy. Společnost Hawe u svých produktů využívá komponenty od světových výrobců, jako jsou nápravy BPW. Překládacím vozem, který má svými parametry (viz Tab. 1) nejbližší k parametrům zadání diplomové práce, je překládací vůz ULW 2500 (viz Obr. 9). [23]

Tab. 1 Technické parametry překládacího vozu ULW 2500 [53]

Max. kapacita	Průměr překládacího šneku	Překládací výkon	Max. překládací výška
30 m <sup>3</sup>	500 mm	15,6 m <sup>3</sup> ·min <sup>-1</sup>	4 700 mm



Obr. 9 Překládací vůz ULW 2500 od firmy Hawe [47]



### 3.2 ANNABURGER

Annaburger se řadí mezi jedny z největších německých výrobců zemědělských vozidel. Společnost působí v celé Evropě s rozsáhlou řadou programů pro řešení přepravních úkolů v oblastech zemědělství a nákladní dopravy. [24]

Annaburger poskytuje jak jednoúčelové vozy, tak i výměnný systém Multiland plus, který umožňuje využití několika druhů nástaveb na jednom univerzálním podvozku. Veškeré jejich podvozky jsou v základní variantě dodávány vždy na kloubových výkyvných nápravách. Annaburger nabízí také různé systémy odpružení určené pro nápravy, které vznikly ve spolupráci se společností BPW. Jednoúčelovou variantou překládacího vozu svými parametry (viz Tab. 2) nejbližší k parametrům diplomové práce je HTS 22.16 (viz Obr. 10). [25]

Tab. 2 Technické parametry překládacího vozu HTS 22.16 [3]

Max. kapacita	Průměr překládacího šneku	Překládací výkon	Max. překládací výška
28 m <sup>3</sup>	550 mm	15 m <sup>3</sup> ·min <sup>-1</sup>	4 250 mm



Obr. 10 Překládací vůz HTS 22.16 od firmy Annaburger [48]

### 3.3 BERGMANN

Bergmann je středně velká rodinná společnost třetí generace se sídlem v Goldenstedtu. Působí v oblasti výroby zemědělských strojů a vozidel již více než 100 let a je jedním z předních výrobců a poskytovatelů specializované systémové technologie pro profesionální zemědělské podniky. [26]

Tato společnost nabízí širokou škálu překládacích vozů, které patří do řady s názvem GTW. Bergmann využívá u všech svých podvozků vlastní nápravy s komponentami od výrobce ADR. Dvounápravový překládací vůz s označením GTW 330 (viz Obr. 11) má svými parametry (viz Tab. 3) nejbližší k parametrům diplomové práce. Zmiňovaný model nabízí při využití nástavků objem násypky až 33 m<sup>3</sup>. [60]

Tab. 3 Technické parametry překládacího vozu GTW 330 [60]

Max. kapacita	Průměr překládacího šneku	Překládací výkon	Max. překládací výška
33 m <sup>3</sup>	600 mm	24,4 m <sup>3</sup> ·min <sup>-1</sup>	5 800 mm



Obr. 11 Překládací vůz GTW 330 od firmy Bergmann [37]

### 3.4 PRONAR

Společnost Pronar byla založena téměř před 30 lety v regionu Narew nacházejícím se v severovýchodní části Polska. V současné době je Pronar nesporným lídrem ve výrobě a prodeji strojů pro zemědělství na polském trhu. Společnost se řadí také k významným světovým výrobcům kol pro zemědělské a komunální stroje. [27]

Ve své velice obsáhlé nabídce zemědělské techniky má Pronar i dva typy překládacích vozů ve třinápravovém a dvounápravovém provedení podvozku s nápravami od výrobce ADR nebo BPW. Právě druhá zmíněná varianta překládacího vozu s dvounápravovým podvozkem je svými parametry (viz Tab. 4) blízká parametrům zadání diplomové práce. Jedná se o překládací vůz s označením T 740 (viz Obr. 12), který se od některých konkurenčních překládacích vozů liší v provedení podlahového šneku. Společnost Pronar prosazuje ve svém konstrukčním řešení namísto jednoho většího podlahového šneku dva menší, které dopravují zrna k hlavnímu překládacímu šneku. [28]

Tab. 4 Technické parametry překládacího vozu T 740 [35]

Max. kapacita	Průměr překládacího šneku	Překládací výkon	Max. překládací výška
28 m <sup>3</sup>	430 mm	4,4 – 8,9 m <sup>3</sup> ·min <sup>-1</sup>	4 850 mm





Obr. 12 Překládací vůz T 740 od firmy Pronar [49]

### 3.5 GÜSTROWER

Güstrower je společnost ze severoněmeckého Güstrowa, která se již po dobu několika let zabývá vývojem a výrobou překládacích vozů. Překládací vozy nabízené touto společností konstrukčně vychází z vozů vyráběných v Austrálii, přičemž během let byla konstrukce přepracována, aby odpovídala evropským podmínkám. [29]

Ve výrobním programu společnosti jsou k dostání překládací vozy v jednonápravovém, dvounápravovém a třínápravovém provedení s nápravami BPW. U dvounápravového a třínápravových provedení, která společnost nabízí, je poskytována možnost nástavků, s kterými se největší z variant o objemu nasyčky  $36 \text{ m}^3$  může posunout až na  $40 \text{ m}^3$ . Dvounápravový překládací vůz s označením GTU 25 (viz Obr. 13) má svými parametry (viz Tab. 5) nejblíže k parametrům zadání diplomové práce. Objem nasyčky u modelu GTU 25 dosahuje  $25 \text{ m}^3$ , ovšem při využití nástavků je možné tuto hodnotu posunout na  $28 \text{ m}^3$ . [30]

Tab. 5 Technické parametry překládacího vozu GTU 25 [30]

Max. kapacita	Průměr překládacího šneku	Překládací výkon	Max. překládací výška
$28 \text{ m}^3$	450 mm	$12 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$	4 700 mm



Obr. 13 Překládací vůz GTU 25 od firmy Güstrower [50]

### 3.6 GRAIN SAVER

Grain Saver je společnost zabývající se systémem produktů a strojů pro manipulaci s obilím. Jedná se o společnost spadající pod skupinu Farm Mac, sídlící v jižním Švédsku, která se specializuje na mobilní, flexibilní a nákladově efektivní řešení pro skladování obilí. Veškeré důležité nakupované součásti strojů pocházejí od předních světových výrobců, jako jsou například převodovky Roderberger. [31]

Společnost Grain Saver má ve své nabídce dva překládací vozy s jednonápravovým podvozkem o různých objemech násypky a k tomu další dva překládací vozy ve vícenápravovém provedení. U všech těchto variant jsou využity nápravy BPW, přičemž u každé varianty je možné využít 30 centimetrových nástavků, které poskytují navýšení objemu násypky. Překládacím vozem, který se svými parametry (viz Tab. 6) nejvíce blíží k parametrům zadání diplomové práce, je dvounápravový překládací vůz s označením GS-24,5 (viz Obr. 14). Jak již napovídá samotné označení zmíněného vozu, tak objem velkoobjemové násypky je  $24,5 \text{ m}^3$ , ovšem při využití možnosti nástavků je možné tuto hodnotu navýšit na  $28,5 \text{ m}^3$ . [32]

Tab. 6 Technické parametry překládacího vozu GS-24,5 [32]

Max. kapacita	Průměr překládacího šneku	Překládací výkon	Max. překládací výška
$28,5 \text{ m}^3$	420 mm	$7,1 - 9,5 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$	4 660 mm





Obr. 14 Překládací vůz GS-24,5 od firmy Grain Saver [51]

### 3.7 UMEGA

Umega je jednou z největších společností zpracovávající kov v Litvě, která byla založena v roce 1980. V současnosti je společnost složena ze tří oddělení, kterými jsou stejnojmenné oddělení Umega, Snol department (2004) a Vienybe department (2009). [33]

Oddělení Umega nabízí ve svém sortimentu širokou škálu zemědělských strojů, mezi kterými jsou i dvě varianty překládacích vozů s nápravami ADR. Překládacím vozem, který má svými parametry (viz Tab. 7) nejblíže k parametrům diplomové práce, je model s označením GPP 23 (viz Obr. 15). Jedná se o dvounápravovou variantu, která s využitím nástavků poskytuje objem násypky  $31 \text{ m}^3$ . [34]

Tab. 7 Technické parametry překládacího vozu GPP 23 [34]

Max. kapacita	Průměr překládacího šneku	Překládací výkon	Max. překládací výška
$31 \text{ m}^3$	400 mm	$7,8 - 10,3 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$	4 900 mm



Obr. 15 Překládací vůz GPP 23 od firmy Umega [52]

## 4 ZHODNOCENÍ TECHNICKÝCH PARAMETRŮ

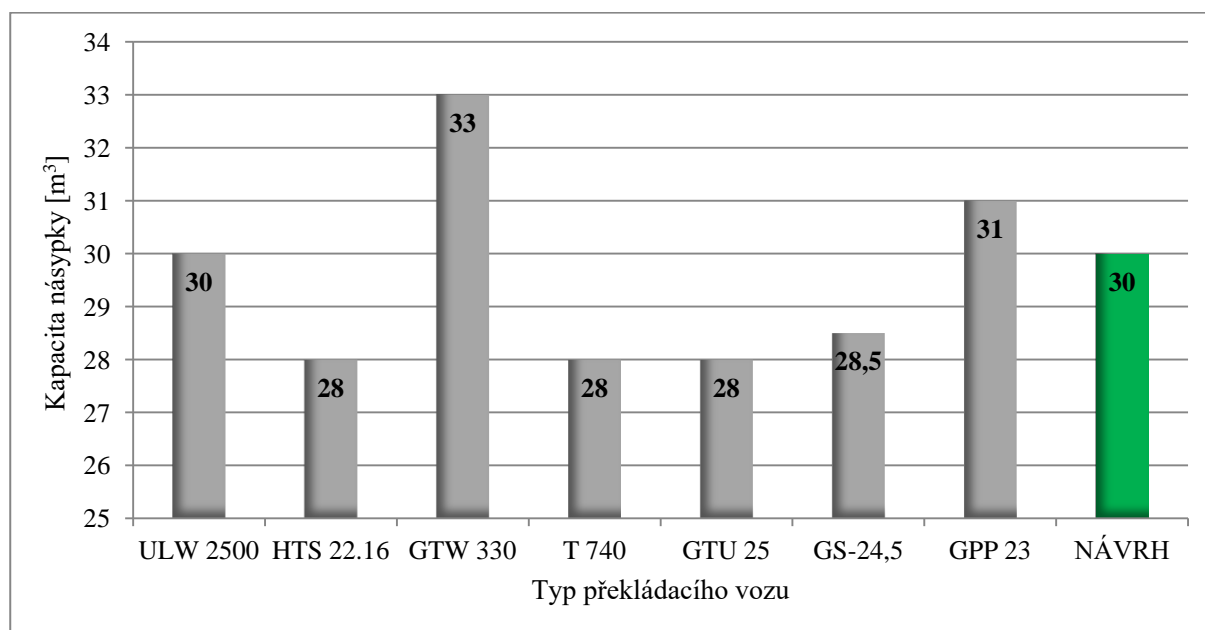
Veškeré zmíněné překládací vozy, které mají svými technickými parametry nejblíže k parametrům diplomové práce, jsou shrnuty v této kapitole (viz Tab. 8). Na základě jejich již uvedených technických specifikací byla vytvořena porovnání, která tvoří podstatnou část tohoto zhodnocení. Porovnání zahrnují i technické specifikace vlastního návrhu (varianty s pneumaticky odpruženými nápravami) pro znázornění, kam se návrh řadí mezi konkurencí.

Tab. 8 Vybrané překládací vozy a jejich výrobci

Výrobce překládacích vozů	Překládací vůz
Hawe	ULW 2500
Annaburger	HTS 22.16
Bergmann	GTW 330
Pronar	T 740
Güstrower	GTU 25
Grain Saver	GS-24,5
Umega	GPP 23

### 4.1 POROVNÁNÍ KAPACIT NÁSYPEK

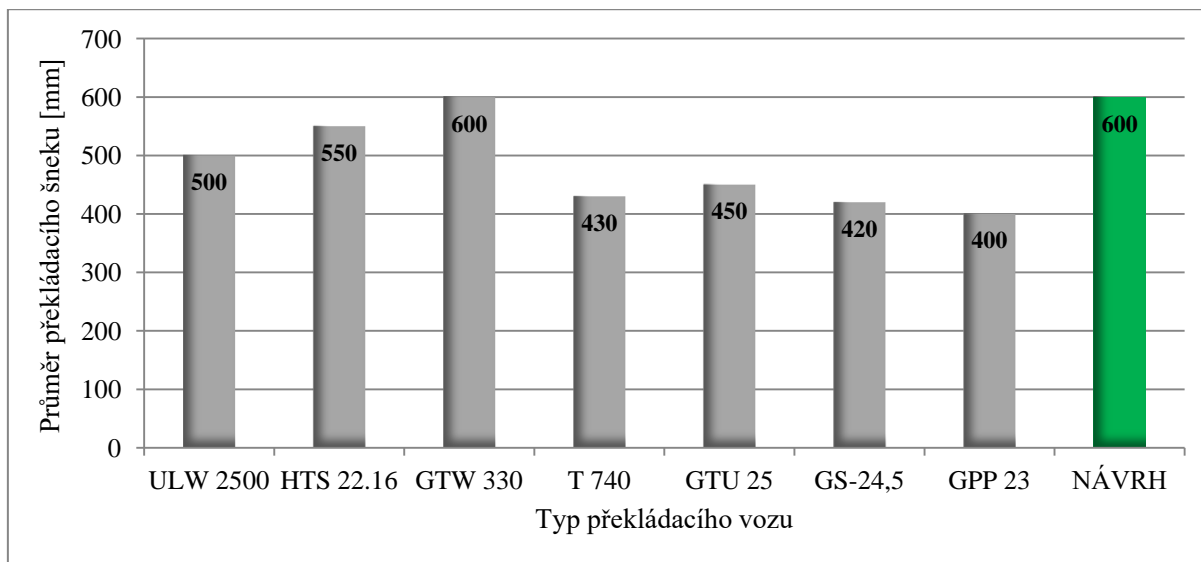
Kapacitu neboli objem nasyvky je možné u některých z vybraných překládacích vozů rozšířit pomocí tzv. nástavků. Při využití nástavků se hodnoty kapacity nasypek pohybují v rozmezí 28 – 33 m<sup>3</sup>. V následujícím grafickém porovnání (viz Obr. 16) jsou zaznamenány maximální kapacity vybraných překládacích vozů (z Tab. 1–7) a vlastního návrhu (z Tab. 10).



Obr. 16 Grafické porovnání maximálních kapacit nasypek

## 4.2 POROVNÁNÍ PRŮMĚRŮ PŘEKLÁDACÍCH ŠNEKŮ

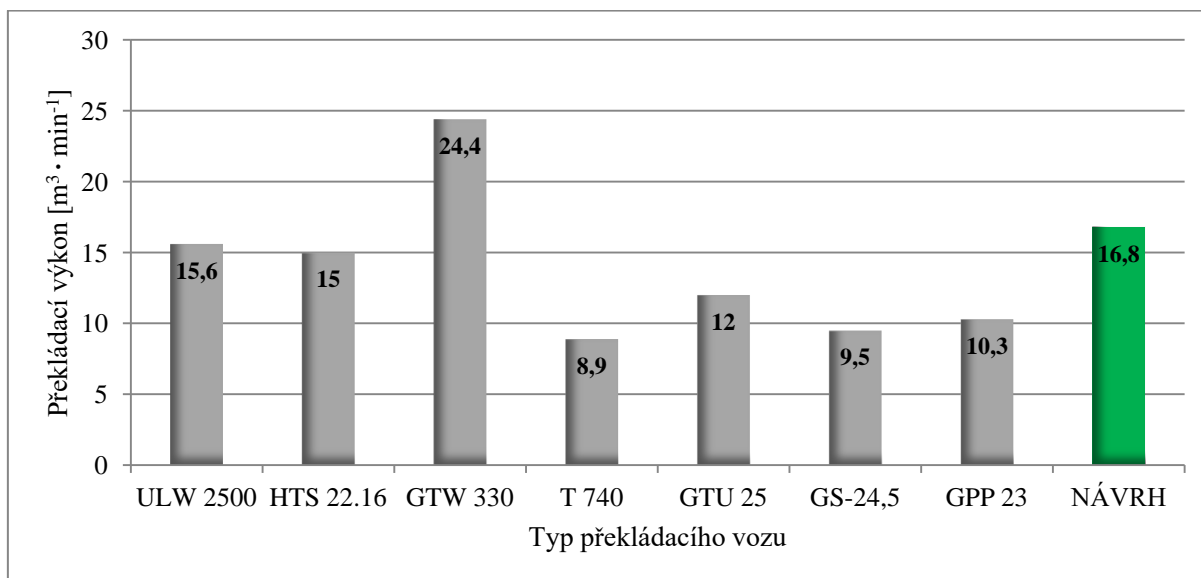
Průměr překládacího šneku je dalším technickým parametrem, kterým se mohou překládací vozy lišit. V některých případech je průměr překládacího a podlahového šneku rozdílný, ovšem údaj o podlahovém šneku nebývá vždy uváděn v technických specifikacích stroje. V grafickém porovnání (viz Obr. 17) jsou zaznamenány průměry překládacích šneků vybraných překládacích vozů (z Tab. 1–7) a vlastního návrhu (z Tab. 10).



Obr. 17 Grafické porovnání průměrů překládacích šneků

## 4.3 POROVNÁNÍ PŘEKLÁDACÍCH VÝKONŮ

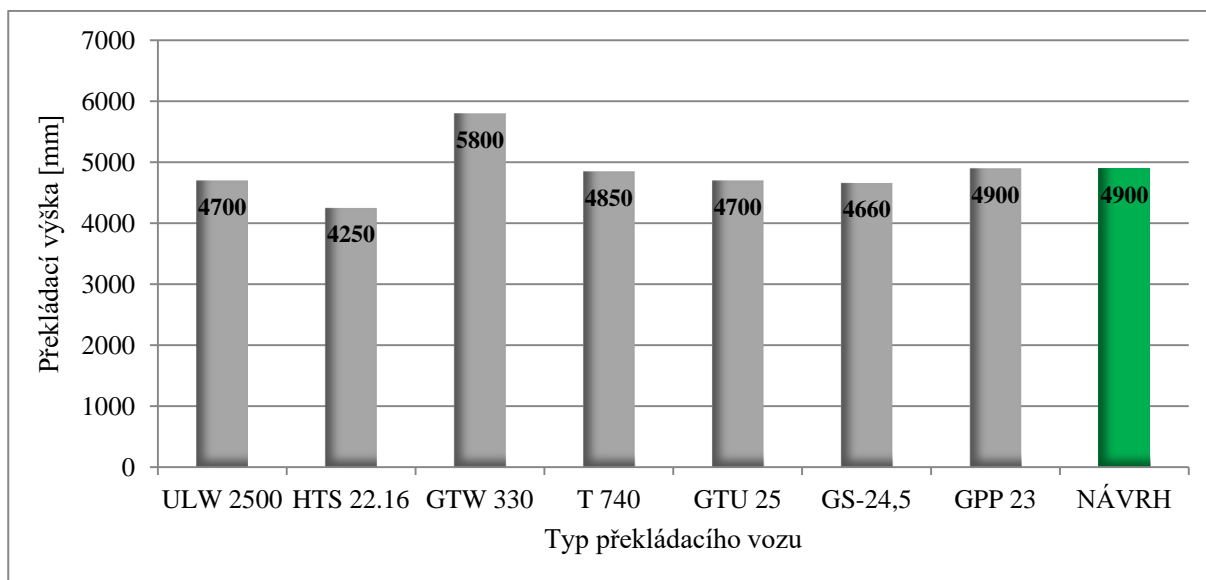
Překládací výkon patří bezpochyby k těm nejdůležitějším technickým parametrům, které lze u překládacích vozů srovnávat. Jedná se o parametr, který může být ovlivňován například průměrem překládacího šneku, případně dalšími možnými aspekty. V uvedeném grafickém porovnání (viz Obr. 18) jsou zaznamenány maximální překládací výkony vybraných překládacích vozů (z Tab. 1–7) a vlastního návrhu (z Tab. 10).



Obr. 18 Grafické porovnání maximálních překládacích výkonů

#### 4.4 POROVNÁNÍ PŘEKLÁDACÍCH VÝŠEK

Překládací výška se řadí mezi údaje, které jsou běžně dostupné v technických specifikacích vybraného překládacího stroje. Jak už napovídá samotný název, jedná se o výšku, do které je možné překládat zrno za pomoci překládacího šneku. V následujícím grafickém porovnání (viz Obr. 19) jsou uvedeny maximální překládací výšky vybraných překládacích vozů (z Tab. 1–7) a vlastního návrhu (z Tab. 10).



Obr. 19 Grafické porovnání maximálních překládacích výšek

#### 4.5 POROVNÁNÍ DALŠÍCH TECHNICKÝCH PARAMETRŮ

Ve specifikacích překládacích vozů se uvádí i další technické parametry, na základě kterých se může zákazník rozhodovat, kterou variantu překládacího vozu zvolí. Mezi tyto parametry lze zařadit celkovou hmotnost, způsob odpružení náprav podvozku, typ oje nebo také rozměry překládací nástavby. V následujícím porovnání (viz Tab. 9) jsou uvedeny některé ze zmíněných parametrů pro vybrané překládací vozy a vlastní návrh (z Tab. 10).

Tab. 9 Další technické parametry [3] [30] [32] [34] [35] [53] [60]

Překládací vůz	Celková hmotnost	Odpružení náprav podvozku	Rozměry nástavby
ULW 2500	22 tun	mechanické	6 x 2,5 m
HTS 22.16	22/23 tun	hydropneumatické	6,2 x 2,5 m
GTW 330	24 tun	hydropneumatické	6,8 x 2,5 m
T 740	23 tun	mechanické	6,015 x 2,492 m
GTU 25	23 tun	mechanické	5,2 x 2,5 m
GS-24,5	24 tun	hydropneumatické	*
GPP 23	24,5 tun	mechanické	6 x 2,45 m
NÁVRH	24 tun	mechanické / pneumatické	6,2 x 2,84 m

\* hodnota není veřejně dostupná

## 5 LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY

Vzhledem k tomu, že navrhovaný překládací vůz se pohybuje po pozemních komunikacích, musí také splňovat určité legislativní požadavky. Na základě těchto požadavků se stanovují jeho základní rozměry, celková hmotnost a další specifikace.

Vyhláška č. 341/2014 Sb. [8] o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích popisuje základní znaky typu a kategorie vozidel, schvalování typu vozidel, činnost technických zkušeben a zkušebních stanic, podmínky jednotlivé výroby a přestavby silničního vozidla, povinnou výbavu a požadavky na zvláštní vozidla.

Z již zmíněné vyhlášky č. 341/2014 Sb. byly v minulosti zrušeny dvě části (devátá a desátá), které zahrnovaly paragrafy 34 až 40. Devátá část byla poté nahrazena vyhláškou č. 209/2018 Sb. [9] o hmotnostech, rozměrech a spojitelnosti vozidel, která nabyla účinnosti 1. 10. 2018. Tato vyhláška zapracovává příslušné předpisy Evropské unie, konkrétně směrnici Rady 96/53/ES [11] a směrnici Evropského parlamentu a Rady (EU) 2015/719 [12] a upravuje:

- a) hodnoty hmotností a rozměrů vozidel a jízdních souprav, poměrů hmotností vozidel v jízdní soupravě a rozložení hmotnosti na nápravy, skupiny náprav, kola a skupiny kol, jejichž nedodržení ohrožuje bezpečnost provozu na pozemních komunikacích nebo stav pozemní komunikace,
- b) podmínky spojitelnosti vozidel v jízdní soupravu, jejichž nedodržení ohrožuje bezpečnost provozu na pozemních komunikacích,
- c) podmínky použití sklopného nebo odnímatelného zařízení pro snížení aerodynamického odporu, jejichž nedodržení ohrožuje bezpečnost provozu na pozemních komunikacích,
- d) rozsah údajů uváděných v dokladu o rozměrech vozidla. [9]

### 5.1 ZÁKLADNÍ POJMY

Pro účely vyhlášky č. 341/2014 Sb. [8] se rozumí:

- a) tažným vozidlem motorové vozidlo spojené s přípojným vozidlem,
- b) jízdní soupravou spojení tažného vozidla s jedním nebo s více přípojnými vozidly,
- c) výměnnou nástavbou samostatný technický celek, který je se základním vozidlem, nosičem výměnných nástaveb, v rozebíratelném spojení,
- d) schvalováním harmonizovaného typu schvalování typu silničního vozidla, jeho systému, konstrukční části nebo samostatného technického celku, na který se použijí příslušné předpisy Evropské unie,
- e) schvalováním mezinárodního typu postup schválení systému vozidla, konstrukční části nebo samostatného technického celku stanovený dle rozhodnutí přijatých na základě Dohody o přijetí jednotných technických pravidel pro kolová vozidla, zařízení a části, které se mohou montovat a/nebo užívat na kolových vozidlech a o podmínkách pro vzájemné uznávání schválení udělených na základě těchto pravidel, uzavřené v Ženevě dne 20. března 1958 ve znění Dohody z 16. října 1995,

- f) schvalováním neharmonizovaného typu schvalování typu silničního vozidla, jeho systému, konstrukční části nebo samostatného technického celku, na který se nepoužijí příslušné předpisy Evropské unie ani mezinárodní smlouva v oblasti technické způsobilosti, kterou je Česká republika vázána,
- g) identifikačním číslem vozidla určitý počet znaků, čísel a písmen, které jsou specifické pro dané vozidlo, jeho skladba a použití je stanovena příslušnými předpisy Evropské unie,
- h) technickým protokolem doklad vypracovaný technickou zkušebnou nebo zkušební stanicí, kterým se potvrzuje, že vozidlo, jeho systémy, konstrukční části nebo samostatné technické celky, které byly předány těmto subjektům ke zkouškám nebo ověření, se shodují s údaji uvedenými v příslušném dokumentu obsahujícím technické údaje nebo ve schvalovací dokumentaci a splňuje příslušné technické, harmonizované nebo mezinárodní požadavky; v technickém protokolu se dále uvádí naměřené hodnoty,
- i) největší povolenou hmotností největší hmotnost, se kterou smí být vozidlo užíváno v provozu na pozemních komunikacích v České republice,
- j) největší povolenou hmotností na nápravu největší hmotnost na nápravu, se kterou smí být vozidlo užíváno v provozu na pozemních komunikacích v České republice,
- k) maximální technicky přípustnou hmotností na nápravu hmotnost odpovídající největšímu technicky přípustnému statickému svislému zatížení, kterým působí náprava vozidla na povrch vozovky,
- l) maximální technicky přípustnou hmotností naloženého vozidla maximální hmotnost stanovená pro vozidlo na základě jeho konstrukčních vlastností a provedení; největší technicky přípustná hmotnost přívěsu nebo návěsu zahrnuje statickou hmotnost přenesenou na tažné vozidlo, je-li přívěs nebo návěs připojen,
- m) maximální technicky přípustnou hmotností naložené jízdní soupravy maximální hmotnost stanovená pro kombinaci motorového vozidla a jednoho nebo více přípojných vozidel na základě jeho konstrukčních vlastností a provedení nebo maximální hmotnost určená pro jízdní soupravu složenou z tahače návěsu a návěsu,
- n) okamžitou hmotností vozidla nebo jízdní soupravy hmotnost zjištěná v určitém okamžiku při jejich provozu na pozemních komunikacích,
- o) hmotností v provozním stavu v případě přípojného vozidla: hmotnost vozidla, včetně paliva a kapalin, vybaveného standardním vybavením podle specifikací výrobce, a jsou-li součástí vybavení, i hmotnost karosérie, dalšího spojovacího zařízení a náhradního kola a náradí. [8]

## 5.2 KATEGORIE VOZIDEL

Tato podkapitola je věnována kategorii vozidel, do které spadá navrhovaný stroj a dále obsahuje informace o hmotnostech jednotlivých vozidel a jízdních souprav.

Na základě nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 167/2013 [10] ze dne 5. února 2013 o schvalování zemědělských a lesnických vozidel a dozoru nad trhem s těmito vozidly lze vozidla rozdělit do těchto kategorií:



- a) přípojná vozidla (kategorie R) a výměnná tažená zařízení (kategorie S),
- b) pásové traktory (kategorie C),
- c) kolové traktory zvláštního určení (kategorie T4.1 a T4.2). [10]

Navrhovaný překládací vůz spadá do „kategorie S“, proto bude dále rozvedena právě tato kategorie. Podle konstrukční rychlosti lze přípojná vozidla „kategorie S“ rozdělit do dvou podkategorií, které jsou na konci vždy doplněny písmenem „a“ nebo „b“:

- „a“ platí pro přípojná vozidla s maximální konstrukční rychlostí rovnou 40 km/h nebo nižší,
  - „b“ platí pro přípojná vozidla s maximální konstrukční rychlostí vyšší než 40 km/h,
- a) „kategorie S1a/S1b“: výměnné tažené zařízení, u něhož součet technicky přípustných hmotností na nápravu nepřevyšuje 3 500 kg,
  - b) „kategorie S2a/S2b“: výměnné tažené zařízení, u něhož součet technicky přípustných hmotností na nápravu převyšuje 3 500 kg. [10]

### 5.3 SPOJITELNOST Z POHLEDU HMOTNOSTI PŘÍPOJNÉHO VOZIDLA A SOUPRAV

Dle vyhlášky č. 209/2018 Sb. [9] platí, že bezpečnost provozu na pozemních komunikacích je ohrožena, pokud není splněna některá z následujících podmínek:

- a) hmotnost přípojného vozidla nebo přípojných vozidel nesmí být u jízdních souprav s tažným vozidlem, jehož nejvyšší konstrukční rychlost je do 40 km/h, vyšší než dvaapůlnásobek hmotnosti tažného vozidla; u jízdní soupravy traktoru a traktorového návěsu se hmotností každého z vozidel jízdní soupravy rozumí součet hmotností připadajících na jednotlivé nápravy traktoru a návěsu; část hmotnosti připadající na nápravy traktorového návěsu nesmí převyšovat největší povolenou hmotnost přípojného vozidla uvedenou v technickém průkazu traktoru,
- b) hmotnost přípojného vozidla nebo přípojných vozidel nesmí být u jízdních souprav s tažným vozidlem, jehož nejvyšší konstrukční rychlost je vyšší než 40 km/h, vyšší než jedenapůlnásobek hmotnosti tažného vozidla; toto ustanovení neplatí pro přípojná vozidla kategorií O1 a O2,
- c) hmotnost jízdní soupravy nesmí být větší než největší technicky přípustná hmotnost jízdní soupravy stanovená při schválení technické způsobilosti tažného vozidla,
- d) hmotnost přívěsů kategorií O3 nebo O4 v jízdní soupravě nesmí být větší než největší povolená hmotnost brzděného přípojného vozidla stanovená pro tažené vozidlo, která je uvedena v technickém průkazu a osvědčení o registraci tažného vozidla; v případě více přípojných vozidel se jedná o součet jejich hmotností,
- e) prostřední vozidlo jízdní soupravy musí mít vyšší nebo stejnou hmotnost, jakou má poslední vozidlo jízdní soupravy; kombinace pomocného vozíku ve spojení s návěsem se pro tyto účely pokládá za jedno vozidlo za předpokladu, že vozík je vybaven pouze jednou nápravou, dvojnápravou nebo trojnápravou; pomocným vozíkem pro výše uvedené účely se rozumí jednonápravové nebo vícenápravové přípojně vozidlo kategorie O nebo R svojí konstrukcí určené k připojení návěsu příslušné kategorie za použití točnice pro připojení návěsového čepu. [9]

## 5.4 SPOJITELNOST VOZIDEL V JÍZDNÍ SOUPRAVU

Dle vyhlášky č. 209/2018 Sb. [9] platí, že bezpečnost provozu na pozemních komunikacích je dále ohrožena, pokud není splněna některá z následujících podmínek:

- a) za vozidla kategorií M, N, L nebo Z lze připojit pouze vozidla kategorie S, pokud tak bylo stanoveno při schválení technické způsobilosti obou vozidel, nebo vozidla kategorie O,
- b) za vozidla kategorií T, C nebo Z lze připojit pouze vozidla kategorie R nebo S, pokud není v § 3 stanoveno jinak,
- c) vozidla kategorií R nebo S, která nejsou vybavena brzdovým zařízením, a vozidla kategorií R nebo S, která jsou vybavena nájezdovou brzdovou soustavou, mohou být zapojována jen za tažná vozidla, jejichž provozní hmotnost je shodná nebo vyšší než hmotnost připojovaného vozidla, pokud nebylo při schválení technické způsobilosti tažného vozidla stanoveno jinak; u vozidel výše uvedených kategorií s největší povolenou hmotností nad 3 t zapojených do jízdní soupravy musí být kromě toho účinek parkovací brzdy tažného vozidla schopen ubrzdít jízdní soupravu s tímto vozidlem na pozemní komunikaci se sklonem 12 %, pokud nebylo při schválení technické způsobilosti tažného vozidla stanoveno jinak,
- d) v případě spojení tažného vozidla s přívěsem nebo dalším přívěsem musí být dále splněny tyto podmínky:
  - svislé statické zatížení pevné oje, svisle nevýkyvné, u přívěsů s nápravou uprostřed, musí mít vždy kladnou hodnotu, aby se zabránilo odlehčování zadních náprav tažného vozidla, a
  - svisle výkyvná oj přívěsu nesmí mít v zapojeném stavu úhlovou odchylku od vodorovné roviny větší jak 10°, přitom poloha oje je dána spojnici os čepů umožňujících kývání oje a bodu vlastního spojení s tažným vozidlem,
- e) zapojení vozidel do jízdních souprav, s výjimkou tažení přívěsů kategorií O1 nebo O2 s nájezdovou brzdou, je možné v těchto kombinacích:
  - tažné vozidlo s ABS a přípojně vozidlo s ABS,
  - tažné vozidlo bez ABS a přípojně vozidlo bez ABS,
  - tažné vozidlo bez ABS a přípojně vozidlo s ABS za podmínky, že tažné vozidlo je vybaveno zařízením umožňujícím napájet a kontrolovat bezchybnou funkci ABS přípojně vozidla, a
  - tažné vozidlo kategorie T s ABS a přípojně vozidlo bez ABS, jehož nejvyšší konstrukční rychlost je do 40 km/h. [9]

## 5.5 NEJVĚTŠÍ POVOLENÉ HMOTNOSTI VOZIDEL A JEJICH ROZDĚLENÍ NA NÁPRAVY

Hodnoty hmotností na nápravu, skupinu náprav vozidla a jízdních souprav včetně nákladu, jejichž překročení ohrožuje bezpečnost provozu na pozemních komunikacích nebo stav pozemní komunikace, činí:

- a) u jednotlivé nápravy – 10,00 t,



- b) u dvojnápravy přípojných vozidel součet zatížení obou náprav dvojnápravy při jejím dílčím rozvoru
  - méně než 1,0 m – 11,00 t,
  - od 1,0 m a méně než 1,3 m – 16,00 t,
  - od 1,3 m a méně než 1,8 m – 18,00 t,
- c) u trojnápravy přípojných vozidel součet zatížení všech náprav trojnápravy při jejím dílčím rozvoru
  - do 1,3 m včetně – 21,00 t,
  - nad 1,3 m do 1,4 m včetně – 24,00 t,
  - nad 1,4 m do 1,8 m včetně – 27,00 t,

Hodnoty hmotností vozidel a jízdních souprav včetně nákladu, jejichž překročení ohrožuje bezpečnost provozu na pozemních komunikacích nebo stav pozemní komunikace, činí:

- a) u přívěsů se dvěma nápravami – 18,00 t,
- b) u přívěsů se třemi nápravami – 24,00 t,
- c) u přívěsů se čtyřmi a více nápravami – 32,00 t.

Nad hodnotu dílčího rozvoru náprav 1,8 m, respektive 3,6 m je náprava (nápravy) považována za samostatnou.

Hmotnost připadající na jednu nápravu dvojnápravy a trojnápravy přípojných vozidel nesmí překročit 10 t.

Největší povolená hmotnost zvláštních vozidel nesmí překročit hodnoty platné pro silniční vozidla. U vozidel kategorie R nebo S, s výjimkou tažených vozidel s ojí, může být nejvyšší povolená hmotnost vyšší než hmotnosti stanovené u přívěsů uvedené v a), b) a c) v závislosti na počtu náprav o hmotnost připadající na spojovací zařízení v závislosti na typu tohoto spojovacího zařízení a jeho povoleném zatížení, pokud nebylo při schválení technické způsobilosti vozidla stanoveno jinak. [9]

## 5.6 DALŠÍ USTANOVENÍ O HMOTNOSTECH

- a) Bezpečnost provozu na pozemních komunikacích a stav pozemní komunikace ohrožuje, je-li
  - hmotnost vozidla vyšší než hodnota největší technicky přípustné hmotnosti vozidla,
  - hmotnost jízdní soupravy vyšší než hodnota největší technicky přípustné hmotnosti jízdní soupravy a
  - hmotnost na nápravu vyšší než hodnota největší technicky přípustné hmotnosti na nápravu.
- b) Hmotnost vozidla nebo jízdní soupravy nesmí překročit největší povolenou hmotnost vozidla nebo jízdní soupravy uvedenou v osvědčení o registraci vozidla část II (technický průkaz) a části I. V případě znečištění například blátem nebo zanesení sněhem se připouští překročení největší povolené hmotnosti vozidla nebo jízdní soupravy maximálně o 3 %.

- c) U vozidel kategorií M, N, O nebo L v provozu se připouští nerovnoměrnost rozložení hmotnosti vozidla na kola jednotlivých náprav mezi pravou a levou polovinou, pokud to dovoluje únosnost pneumatiky, nejvýše však 15 % hmotnosti připadající na nápravu. Tato hodnota však může být překročena, pokud výrobce stanoví pro vozidlo a jeho určitou hmotnost rozmezí přípustných poloh těžiště nákladu a uvede tyto údaje v příručce pro uživatele vozidla.
- d) U vozidel kategorií T, C, R, S nebo u zvláštních vozidel podkategorie SS se připouští nerovnoměrnost rozložení hmotnosti vozidla na kola jednotlivých náprav mezi pravou a levou polovinou, pokud to dovoluje únosnost pneumatik,
- u vozidel kategorií T, C nebo R nejvýše 15 % hmotnosti připadající na nápravu,
  - u vozidel kategorie S nebo u zvláštních vozidel podkategorie SS nejvýše 20 % hmotnosti připadající na nápravu, nebo
  - traktoru po namontování nástavby nebo připojení pracovního stroje nejvýše 20 % hmotnosti připadající na nápravu. [9]

## 5.7 NEJVĚTŠÍ POVOLENÉ ROZMĚRY VOZIDEL A JÍZDNÍCH SOUPRAV

Dle vyhlášky č. 209/2018 Sb. [9] rozměry vozidel a jízdních souprav včetně nákladu, jejichž překročení ohrožuje bezpečnost provozu na pozemních komunikacích, a jejich hodnoty jsou:

- a) šířka, která činí u samojízdných a výměnných tažených strojů, nesených pracovních strojů v jízdní soupravě s nosičem a traktorů za podmínek stanovených jiným právním předpisem; pokud překračují šíři vozidla uvedenou v bodě 1 až do celkové šíře 3,00 m, lze je provozovat pouze za užití zvláštního výstražného světla oranžové barvy nebo za použití vozidla technického doprovodu vybaveného zvláštním výstražným světlem oranžové barvy – 3,00 m,
- b) výška, která činí u vozidel, včetně sběračů tramvají a trolejbusů v nejnižší pracovní poloze – 4,00 m,
- c) délka, která činí u jízdní soupravy traktoru s jedním přípojným vozidlem – 18,00 m, nebo u jízdní soupravy traktoru se dvěma přípojnými vozidly – 22,00 m. [9]

## 6 KONSTRUKČNÍ NÁVRH PŘEKLÁDACÍHO VOZU

Konstrukce překládacího vozu (viz *Obr. 20* a *Obr. 21*) je tvořena ze dvou hlavních celků, kterými jsou tandemový podvozek a demontovatelně uložená překládací nástavba. Podvozek je vybaven pevnou ojí, dvojicí náprav, které mohou být pneumaticky nebo mechanicky odpružené a dalšími prvky. Dominantou překládací nástavby je velkoobjemová násypka, ke které je na předním čele přimontována konstrukce překládacího sklopného dopravníku.



*Obr. 20 Konstrukce překládacího vozu se sklopeným překládacím dopravníkem*



*Obr. 21 Konstrukce překládacího vozu s vyklopeným překládacím dopravníkem*

## 6.1 ZÁKLADNÍ PARAMETRY PŘEKLÁDACÍHO VOZU

Navržená konstrukce překládacího vozu zohledňuje technické parametry dané zadáním práce. Uvedené parametry (viz. Tab. 10) jsou vztahovány k variantě vozu s pneumaticky odpruženými nápravami.

Tab. 10 Základní parametry navrženého překládacího vozu

<b>Základní vnější rozměry</b>	
Celková délka včetně oje [mm]	9 100
Celková šířka [mm]	3 000
Celková výška [mm]	4 000
<b>Rozměry ložné plochy a parametry nástavby</b>	
Délka [mm]	6 200
Šířka [mm]	2 840
Plnicí výška [mm]	3 585
Překládací výška [mm]	4 900
Průměr šneků [mm]	600 *
Objem nástavby [m <sup>3</sup> ]	30
Překládací výkon [m <sup>3</sup> ·min <sup>-1</sup> ]	16,8 **
<b>Hmotnosti</b>	
Maximální technicky přípustná hmotnost [kg]	24 000
Pohotovostní hmotnost [kg]	7 500
Užitečná hmotnost [kg]	16 500
<b>Ostatní specifikace</b>	
Typ oje	pevná
Odpružení náprav	mechanické / pneumatické
Rozvor náprav [mm]	1 810
Rozchod náprav [mm]	2 250
Typ brzd	XC 4218E 420x180
Velikost kol	800/45 R26,5

\* výpočet v podkapitole 7.1.3

\*\* výpočet v podkapitole 7.1.5

## 6.2 POPIS ZÁKLADNÍCH ČÁSTÍ PŘEKLÁDACÍ NÁSTAVBY

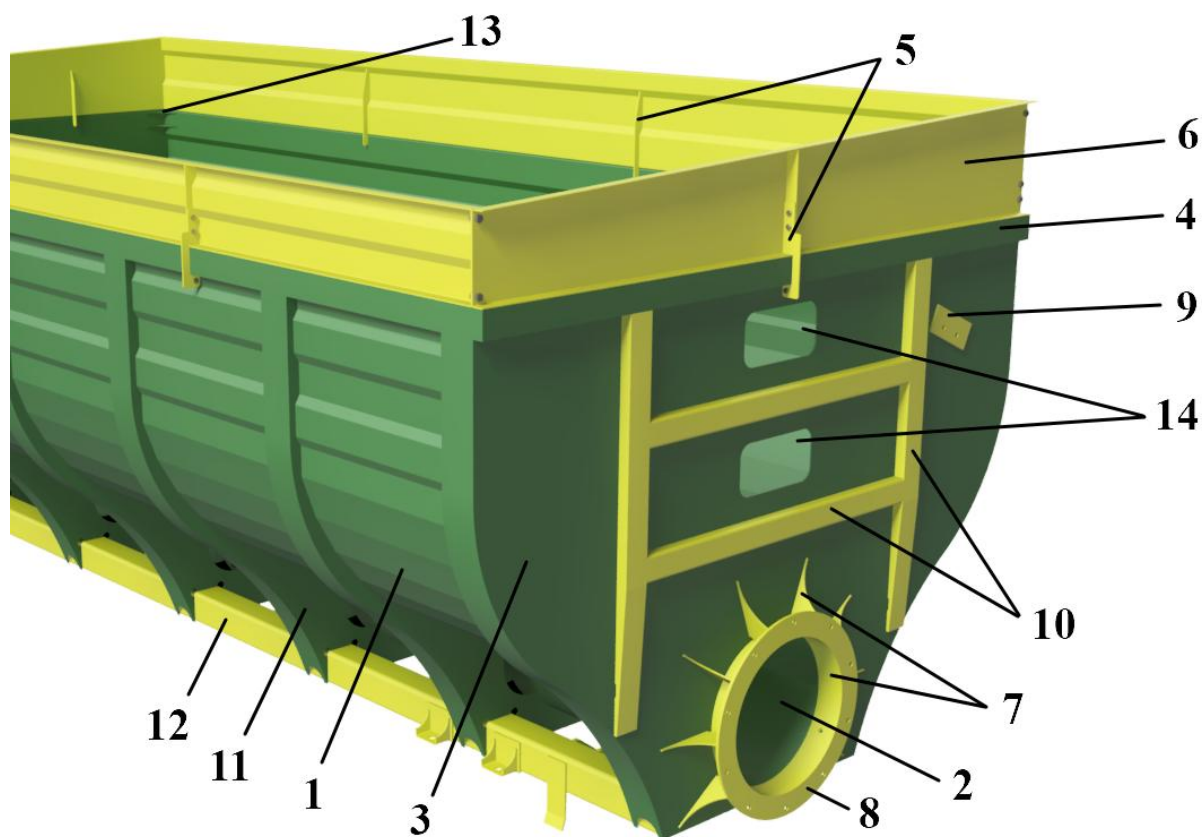
Konstrukce překládací nástavby (viz *Obr. 22*) je nejdůležitější částí konstrukčního návrhu překládacího vozu. Navržená koncepce zahrnuje několik celků, mezi které patří velkoobjemová násypka, překládací dopravník, regulační ústrojí a další ať už konstrukční nebo bezpečnostní prvky.



*Obr. 22 Konstrukce překládací nástavby*

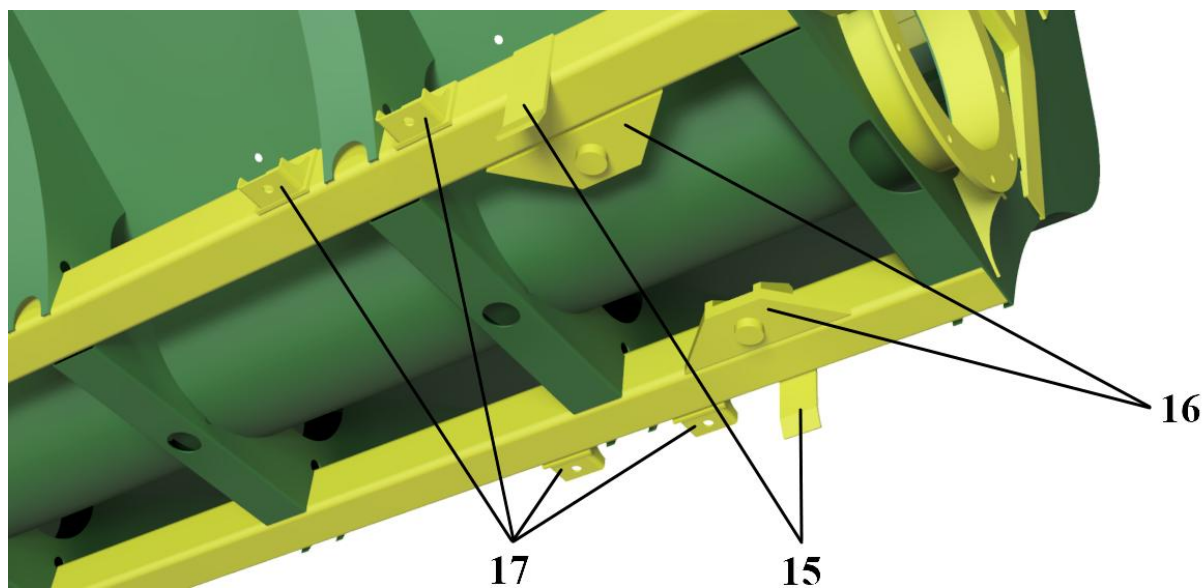
### 6.2.1 VELKOOBJEMOVÁ NÁSYPKA

Velkoobjemová násypka (viz *Obr. 23*) se skládá z několika částí, které jsou rozebrány v následujícím popisu. Bočnice násypky (1) tvoří naohýbaný plech o tloušťce 4 mm zahrnující ve své horní části prolisy zvyšující tuhost celkové konstrukce. Dno násypky je tvořeno plechem ve tvaru žlabu (2), který je přivařen k již zmiňovaným bočnicím. Přední a zadní čelo s kruhovým otvorem o průměru 610 mm je vyrobeno z plechu tloušťky 6 mm (3). Čela i bočnice mají ve své horní části lem (4) sloužící ke zvýšení celkové tuhosti násypky. Na těchto lemech je za pomoci uchycovacích prvků (5) a několika šroubů M12 umístěno zešíkmení (6), které tvoří převážně ohýbané a svařované plechy o tloušťce 4 a 6 mm. Na přední čelo je za využití několika segmentů (7) přivařena příruba (8) sloužící společně s navařeným plechem (9) v horní části čela k přimontování konstrukce překládacího dopravníku. Součástí obou čel jsou také výztužné plechy (10) o tloušťce 6 mm. Přímo na zadním čele je umístěna příruba, v které jsou vyvrtány otvory k přimontování příruby s ložiskovým domkem pro uložení podlahového šneku. Ve spodní části konstrukce jsou vyhotoveny otvory určené taktéž pro ložiskové domky ukládající podlahový šnek. Vzhledem k tomu, že podlahový šnek je dělený, je nutné ho uložit ve třech bodech násypky. Po celé výšce bočnic jsou umístěna žebra (11), která jsou svařena z plechů tloušťky 4 mm. Tyto plechy obsahují výřezy určené k odtoku vody a k přenesení napětových špiček. Skrz žebra vede uzavřený ocelový čtvercový profil o rozměrech 150x150x10 mm (12), sloužící jako dosedací plocha velkoobjemové násypky. Uvnitř násypky jsou v rozích navařena žebra o tloušťce 6 mm (13) zajišťující přenesení napětových špiček. Součástí předního čela jsou také otvory sloužící jako kontrolní okénka (14).



Obr. 23 Konstrukce velkoobjemové násypky

K přesnému ustavení velkoobjemové násypky (viz Obr. 24) jsou určeny plechy o tloušťce 10 mm (15) umístěné na vnější straně uzavřeného ocelového profilu. V zadní části násypky jsou také umístěny soustavy plechů, které napomáhají k přesnému ustavení i v podélném směru. Zamezení pohybu konstrukce ve všech směrech obstarávají konzoly (16) zapadající svým tvarem do protikusů, které jsou umístěny na rámu tandemového podvozku. Následné přimontování násypky je zprostředkováno přes upínací body (17), jejichž vzájemné vzdálenosti jsou dány na základě upínacích bodů umístěných na rámu podvozku.

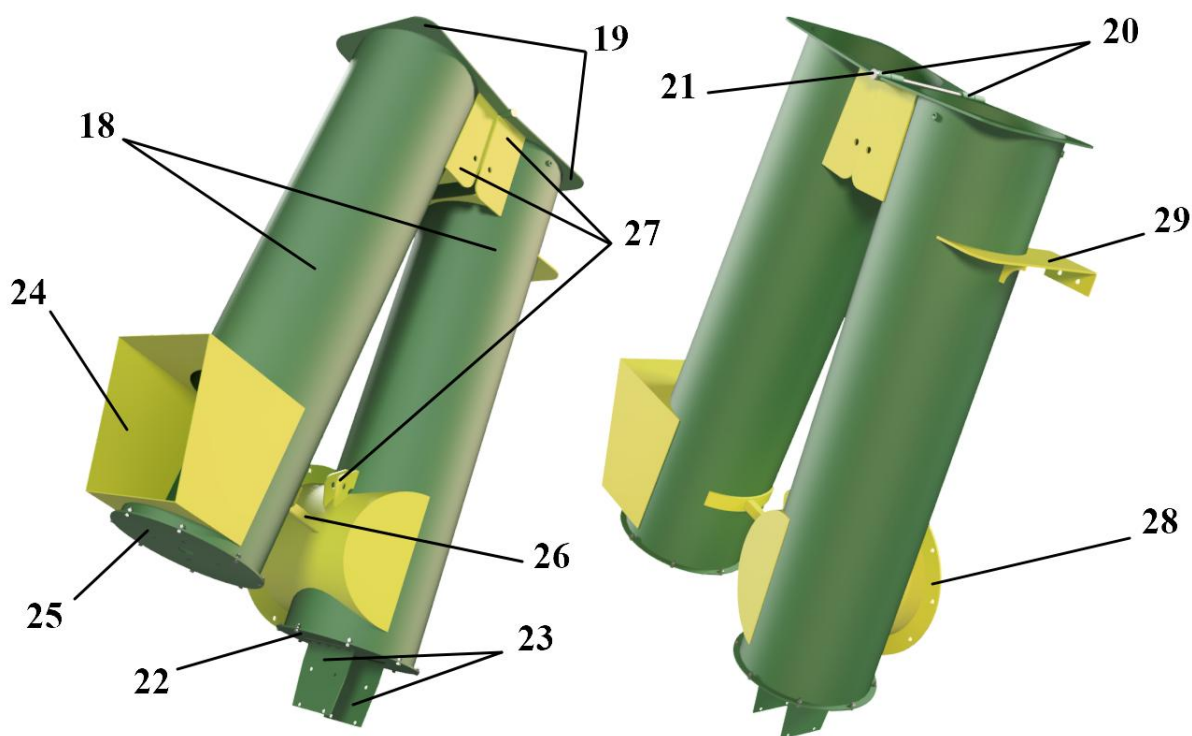


Obr. 24 Ustavovací a uchycovací prvky velkoobjemové násypky



### 6.2.2 PŘEKLÁDACÍ DOPRAVNÍK

Jednotlivé části překládacího dopravníku (viz *Obr. 25*) jsou blíže specifikovány v následujícím popisu. Podstatnou část konstrukce tvoří dělený svařovaný žlab trubkovitého tvaru (18), jehož rozměry jsou dány na základě rozměrů překládacího šneku. Ve sklopném spojení jsou na konci obou žlabů umístěny plechy tloušťky 10 mm (19), ke kterým jsou přivařeny trubky (20), kterými vede čep (21) spojující obě konstrukce. Ve spodní části dopravníku je ke krytu (22) za pomoci šroubů a dvou plechů (23) uchycena zvolená úhlová převodovka. V místě, kde dochází k výsypu zrna, je navařena soustava plechů tloušťky 4 mm (24) umožňující napojení nástavků pro výsyp. Konec konstrukce tvoří kryt s otvory (25) sloužícími k umístění ložiskového domku, ve kterém je uložena sklopná část šneku. Druhá část šneku vede přímo ze zvolené úhlové převodovky do ložiskového domku umístěného přes otvory v prostřední části konstrukce. Sklopná část dopravníku se opírá o opěrnou nohu (26), kterou tvoří čtvercový profil o rozměrech 50x50x5 mm a ohýbaný plech tloušťky 10 mm. Na konstrukci je navařeno několik plechů s otvory (27) sloužícími k umístění PHM, přes který dochází ke sklápění a vyklápění šneku. Celá konstrukce je pomocí příruby (28) a navařených plechů (29) ve střední části překládacího dopravníku přichycena šrouby ke konstrukci velkoobjemové násypky.



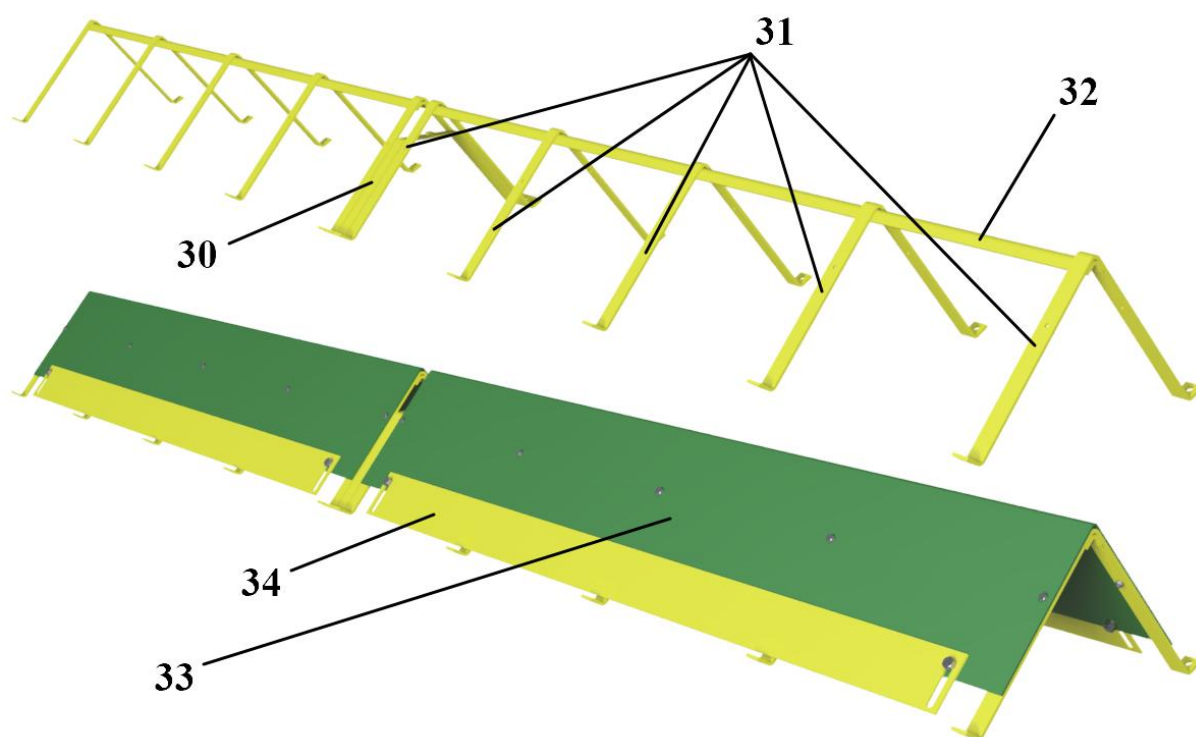
*Obr. 25 Konstrukce překládacího šnekového dopravníku.*

Poznámka:

Někteří výrobci překládací techniky nabízí ve svém sortimentu i vozy s překládacím šnekovým dopravníkem, který lze sklápět okolo podélné osy stroje. Podélné sklápění bývá ovládáno hydraulicky a umožňuje nastavitelnou výšku vykládky.

### 6.2.3 REGULAČNÍ ÚSTROJÍ

Konstrukce regulačního ústrojí (viz *Obr. 26*) je navržena jako dělená z důvodu nutnosti uložení podlahového šneku ve třech bodech velkoobjemové násypky. Mezi dělenou konstrukcí ústrojí je „stojna“ (30), která slouží k umístění ložiskového domku. Regulační ústrojí tvoří dva celky, jejichž nosným základem jsou taktéž „stojny“ z ohýbaných plechů tloušťky 10 mm (31) propojené ohýbaným plechem profilu L (32). K nosnému základu je přichycen plech (33) tvořící stříšku ústrojí, jejíž součástí jsou vysouvací plechy (34), v kterých spočívá princip regulace propadávání zrna. Celková konstrukce je za pomoci šroubů M20 připevněna ke konstrukci velkoobjemové násypky.



*Obr. 26 Konstrukce regulačního ústrojí*

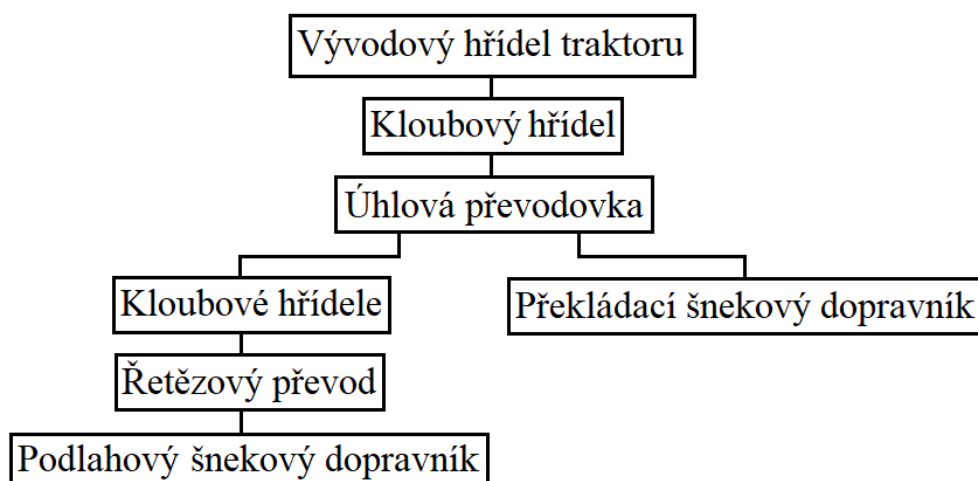
### 6.2.4 POHON ŠNEKOVÝCH DOPRAVNÍKŮ

Pohon šnekových dopravníků překládacího vozu (viz *Obr. 27*) je zprostředkován mechanicky od vývodového hřídele traktoru ( $1000 \text{ min}^{-1}$ ) přes zvolenou úhlovou převodovku, kloubové hřídele a řetězový převod.

Překládací šnek je napojen přímo do převodové skříně, z čehož plyne, že otáčky jsou na samotný šnek přenášeny přes kloubový hřídel umístěný jedním koncem na vývodovém hřídeli traktoru a převodovou skříň, do které vede druhý konec již zmiňovaného kloubového hřídele.

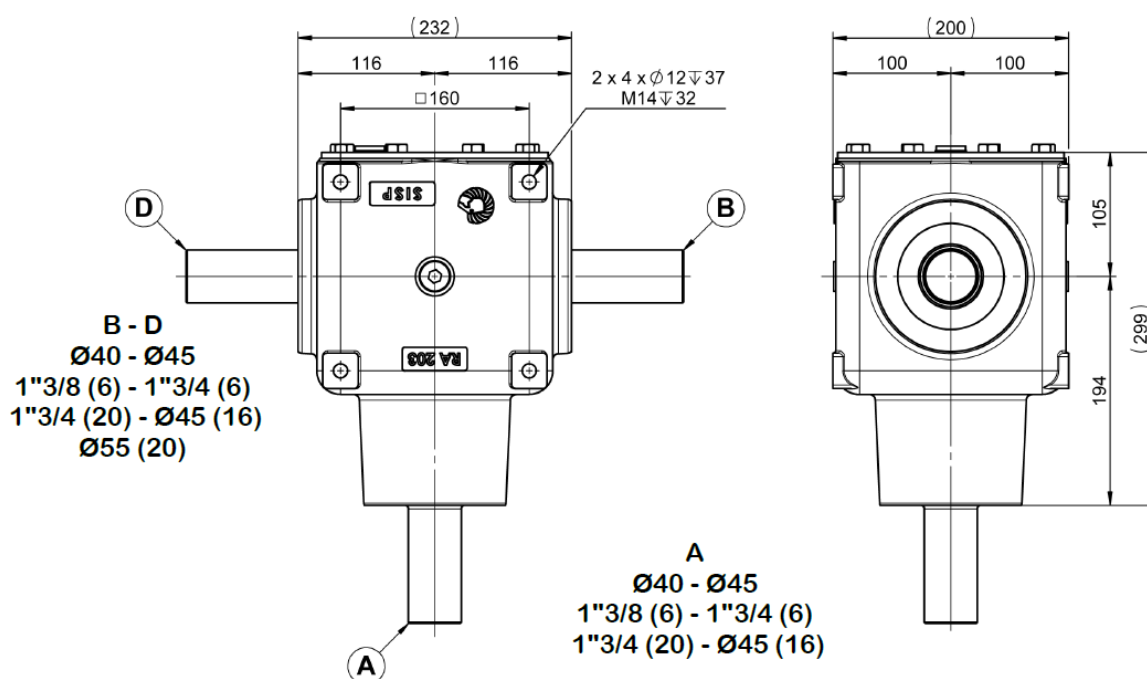
Přenos otáček na podlahový šnek je zprostředkován odlišným způsobem. V tomto případě vede do převodové skříně soustava kloubových hřídelů, za pomoci kterých jsou otáčky přenášeny dále přes řetězový převod právě na již zmiňovaný podlahový šnek. Řetězový převod je umístěn na zadním čele velkoobjemové násypky, zatímco soustava kloubových hřídelů je vedena přes spojky pod konstrukcí překládací nástavby.





Obr. 27 Schéma pohonu šnekových dopravníků

Pro konstrukční návrh překládacího vozu byla zvolena převodovka z katalogu od výrobce SISP GEARBOXES [54] s označením RA 203 a převodovým poměrem 1/1,83 (viz Obr. 28) určená pro vývodový hřídel traktoru s  $1000 \text{ min}^{-1}$ .



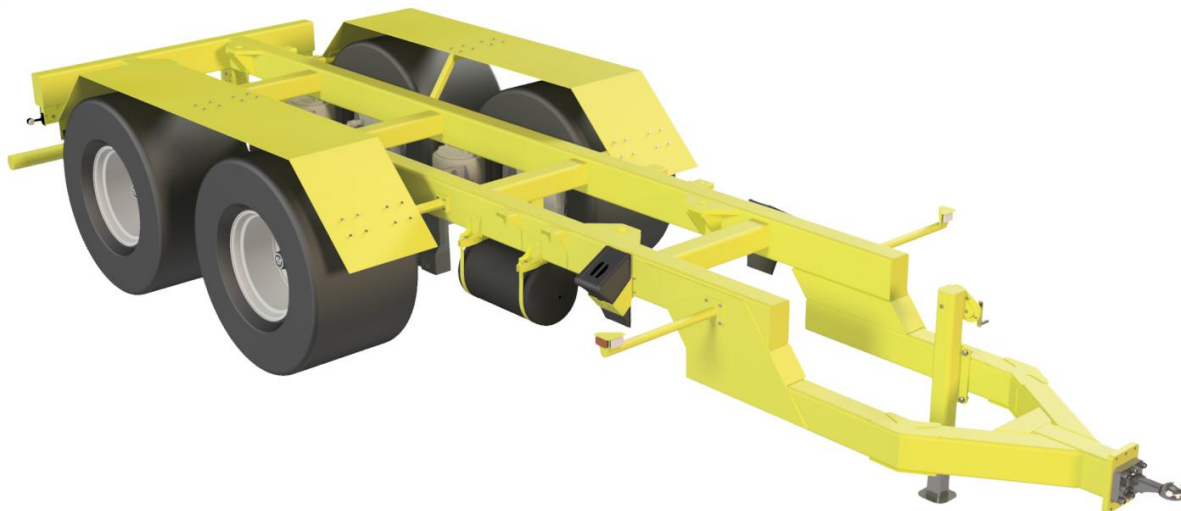
Obr. 28 Rozměry úhlové převodovky s označením RA 203 [54]

Poznámka:

Pohon překládací techniky se může lišit na základě koncepce nebo využití daného stroje. U šnekového překládacího adaptéru, vyskytujícího se například u návěsu s výtlačným čelem nebo u sklápěných nástaveb, je pohon velmi často zprostředkován hydraulicky. Překládací vozy určené k překládku cukrové řepy mají v přední části vozu namísto mechanicky poháněného šnekového dopravníku hydraulicky poháněný pásový dopravník, který navíc bývá hydraulicky sklopný kolem podélné osy stroje.

### 6.3 POPIS ZÁKLADNÍCH ČÁSTÍ TANDEMOVÉHO PODVOZKU

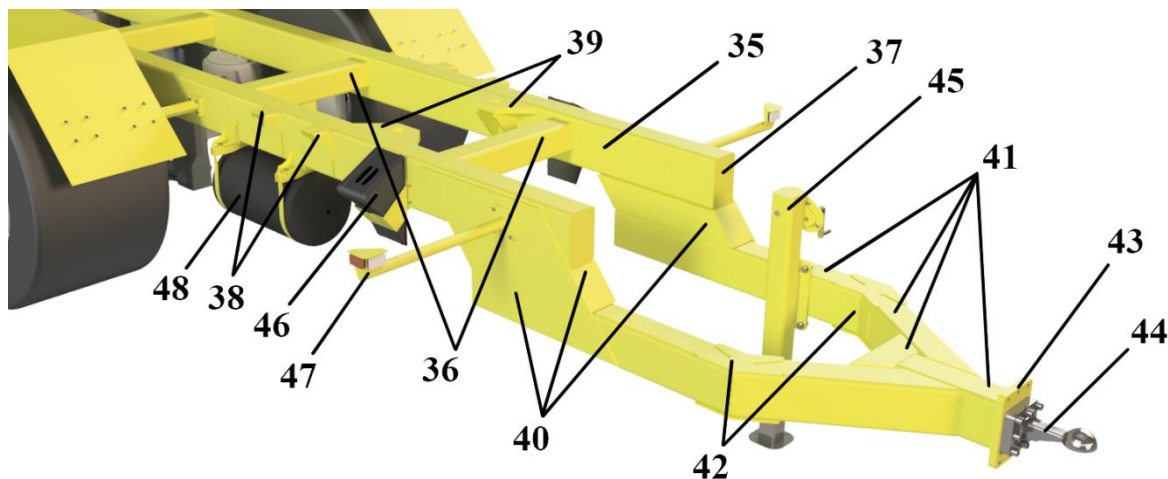
Většinová část tandemového podvozku (viz Obr. 29) je tvořena rámem svařeným z různých druhů profilů, ke kterým jsou za pomoci šroubů připevněny další komponenty. Mezi neméně důležité části tvořící podvozek lze zařadit nápravy, odpružení (mechanické a pneumatické), pneumatiky a další nepostradatelné prvky.



Obr. 29 Konstrukce tandemového podvozku

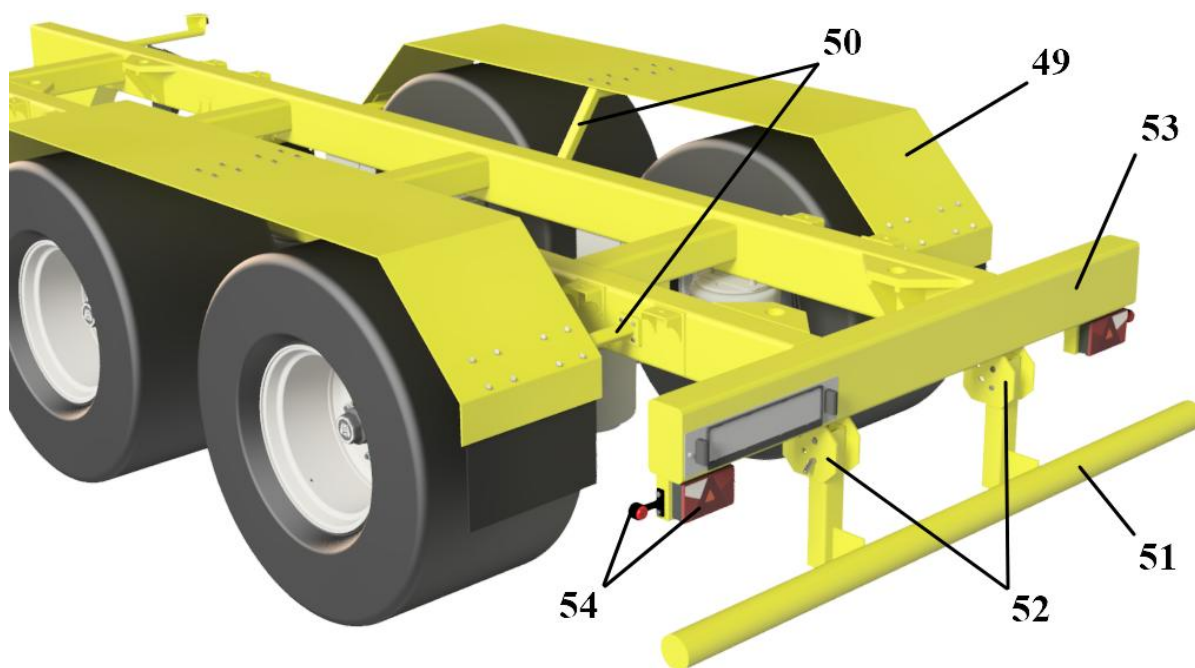
#### 6.3.1 RÁM

Rám podvozku (viz Obr. 30) se skládá z několika částí, které jsou rozebrány v následujícím popisu. Hlavní nosnou část rámu tvoří dva uzavřené obdélníkové profily (35), které jsou spojeny několika čtvercovými profily (36). Otevřené konce obou obdélníkových profilů jsou opatřeny záslepkami (37). K uzavřeným profilům jsou přivařeny upínací body (38) a ustavovací plechy (39) sloužící k bezpečnému uložení velkoobjemové násypky. Přes soustavu plechů (40) je k hlavní nosné části rámu přivařena pevná oje, kterou tvoří vzájemně propojené uzavřené obdélníkové profily o rozměrech 200x150x10 mm (41). Pro zvýšení lokální tuhosti jsou v určitých místech použity plechy tloušťky 5 mm (42). Na konci pevné oje je přivařený plech (43), ke kterému je za využití šroubů připevněna závěsná hlava (44). Podobným způsobem je na konstrukci rámu umístěna opěrná noha (45), základací klíny (46), obrysová světla s odrazkami (47) nebo také vzduchojem (48).



Obr. 30 Konstrukce rámu podvozku včetně dalších prvků (přední část)

K rámu podvozku (viz *Obr. 31*) je přimontována přes několik šroubů M10 i ocelová konstrukce sloužící ke krytí kol. Dominantou konstrukce je naohýbaný plech o tloušťce 5 mm (49) přichycený k úchytům (50) z uzavřených čtvercových profilů o rozměrech 50x50x5 mm, ke kterým jsou navařeny plechy tloušťky 10 mm. Jedním z důležitých bezpečnostních prvků podvozku je ochranné zařízení proti podjetí (51), které je přes navařené plechy tloušťky 10 mm (52) umístěno na zadním uzavřeném profilu rámu (53). Mezi další prvky podléhající legislativním požadavkům patří například povinné osvětlení (54) tvořící taktéž součást podvozku.



*Obr. 31 Konstrukce rámu podvozku včetně dalších prvků (zadní část)*

### 6.3.2 ODPRUŽENÍ

V zadání diplomové práce je požadavek, aby koncepce stroje byla vytvořena jako modulární pro možné použití různých druhů odpružení bez konstrukčních zásahů do univerzálního spodního rámu stroje. Na základě tohoto požadavku je zvoleno mechanické a pneumatické odpružení od výrobce Gigant, pro které platí stejný rozvor náprav a rozchod kol, přičemž umístění náprav vzhledem k univerzálnímu rámu stroje je totožné. V obou případech se jedná o jedny z „nejtužších“ variant odpružení, které výrobce Gigant nabízí.

#### MECHANICKÉ ODPRUŽENÍ

Mechanické odpružení náprav s označením LK 17-1810-32 PT je zvoleno z katalogu od výrobce Gigant [55]. Jedná se o variantu, u které je přípustné zatížení nápravy stanoveno na 16 tun.

#### PNEUMATICKÉ ODPRUŽENÍ

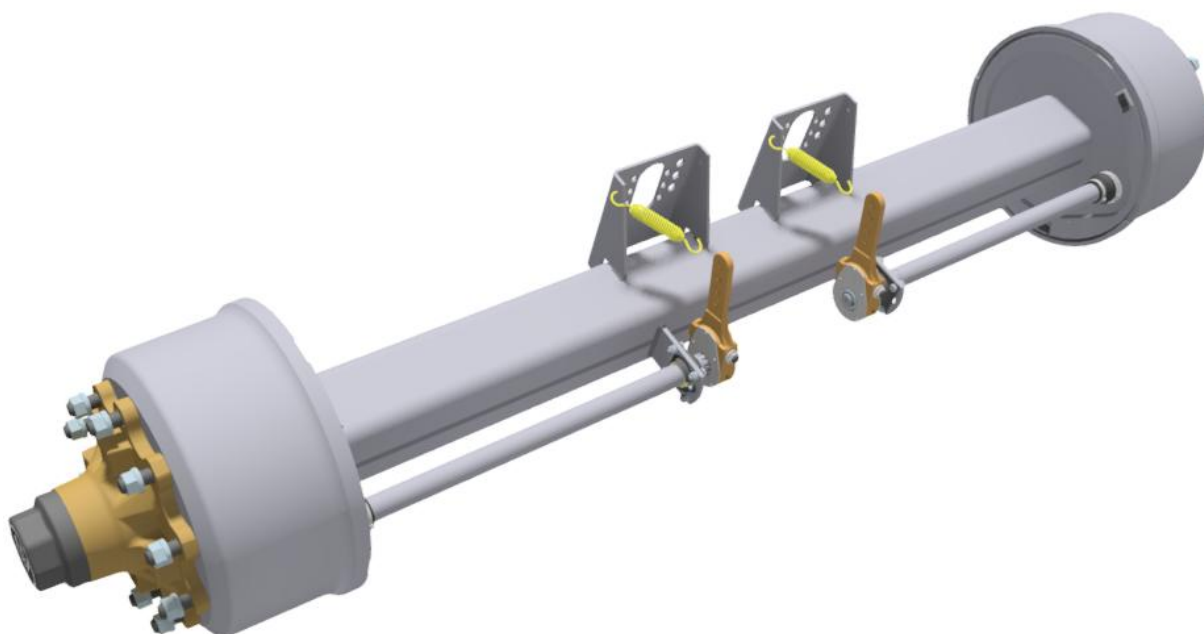
Pneumatické odpružení náprav s označením TLR 50/12 je taktéž zvoleno z katalogu od výrobce Gigant [55]. V tomto případě se jedná o variantu, u které je přípustné zatížení nápravy stanoveno na 12 tun.

### 6.3.3 NÁPRAVY

Pro oba způsoby odpružení (mechanické a pneumatické) je z katalogu od výrobce ADR [56] vybrán jeden typ náprav s označením AS5XL1XC (viz *Obr. 32*). Jedná se o variantu s brzdou řady XC s rozměrem bubnu 420x180 mm, přičemž nosník nápravy je tvořen uzavřeným čtvercovým profilem, kde oba náboje jsou opatřeny šrouby M22 sloužícími pro uchycení disků kol. Pro konstrukční návrh jsou využity nápravy s rozchodem 2250 mm při rozvoru 1810 mm. Vzhledem k tomu, že rozvor přesahuje minimální hodnotu 1800 mm, je možné nápravy považovat za samostatné. Povolená zatížení nápravy udávaná výrobcem (viz *Tab. 11*) se liší na základě rychlostní skupiny a koncepce daného stroje.

*Tab. 11* Povolená zatížení zvolené nápravy [56]

Nosnost – zatížení nápravy								
Rychlostní skupina < 40 km/h			Rychlostní skupina < 60 km/h			Rychlostní skupina > 65 km/h		
Tandem (přívěs)	Single	Tandem (návěs)	Tandem (přívěs)	Single	Tandem (návěs)	Tandem (přívěs)	Single	Tandem (návěs)
15 tun	16,5 tun	13,5 tun	13,5 tun	14,8 tun	12,2 tun	12,2 tun	13,4 tun	11 tun



*Obr. 32* Zvolená náprava s označením AS5XL1XC

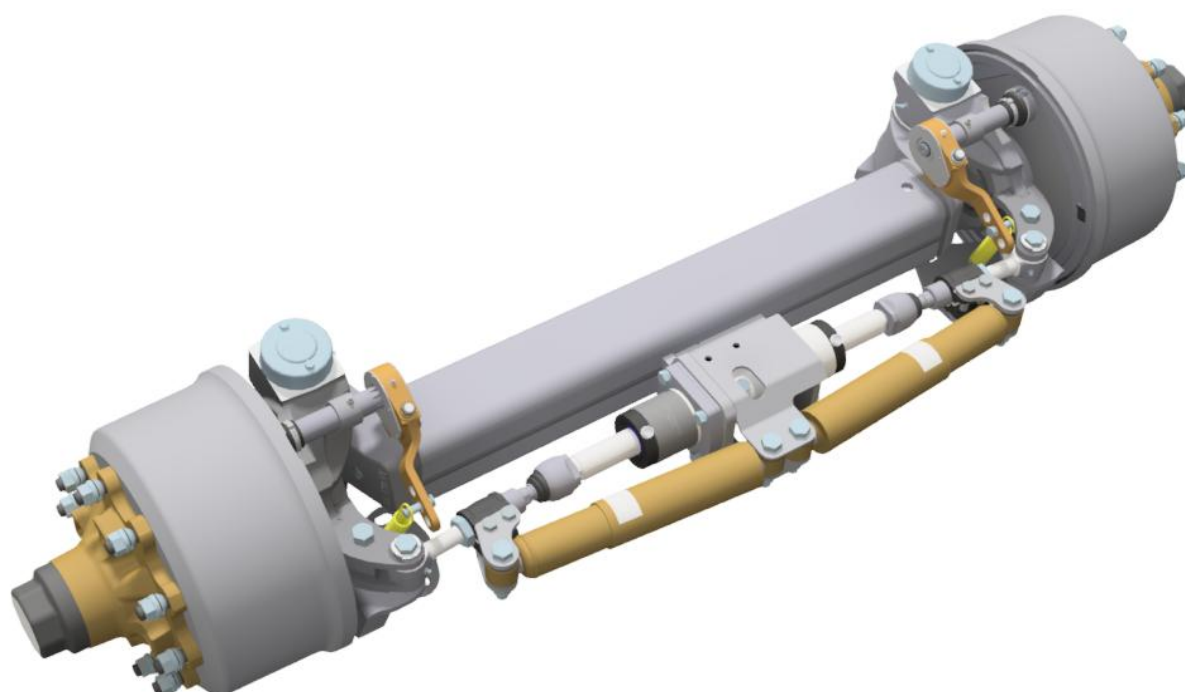
#### Poznámka:

U těchto větších rozvorů je silně doporučeno použití zadní říditelné nápravy, která ovšem není vždy součástí standardní výbavy stroje, nýbrž té příplatkové. Řízení náprav se při vysokých rychlostech na silnici blokuje, zatímco na poli zůstávají nápravy standardně odemčené, aby usnadňovaly manévrovatelnost, neničily pole a zvýšily životnost pneumatik. Pravděpodobně jedinou nevýhodou řízených náprav je jejich vyšší finanční náročnost oproti těm brzděným, a proto nebývají vždy součástí standardní výbavy.

Příkladem říditelné nápravy, kterou by bylo možné využít u obdobných strojů navržené koncepce je náprava z katalogu od výrobce ADR [57] s označením B0S5XL1XC (viz Obr. 33). Jedná se o variantu s brzdou řady XC a rozměrem bubnu 420x180 mm. Podobně jako u již zmíněné brzděné varianty se i v tomto případě povolená zatížení nápravy udávaná výrobcem (viz Tab. 12) liší na základě rychlostní skupiny stroje.

Tab. 12 Povolená zatížení říditelné nápravy [57]

Nosnost – zatížení nápravy		
Rychlostní skupina < 40 km/h	Rychlostní skupina < 60 km/h	Rychlostní skupina > 65 km/h
13,5 tun	12,2 tun	11 tun



Obr. 33 Říditelná náprava s označením B0S5XL1XC

#### 6.3.4 PNEUMATIKY

Pro navrženou konstrukci překládacího vozu jsou zvoleny pneumatiky s označením Agriterra 02 z katalogu od výrobce Mitas Tyres [58]. Tyto pneumatiky poskytují vynikající samočisticí schopnosti a jejich technické parametry (viz Tab. 13) by měly být dostačující pro pracovní stroje kategorie S, kam spadá navržený stroj.

Tab. 13 Technické parametry pneumatiky Agriterra 02 [58]

Rozměr pneumatiky	Šířka [mm]	Vnější průměr [mm]	Statický poloměr [mm]	Účinný obvod [mm]
800/45 R 26,5	770	1 394	628	4 163

## 6.4 NAVRŽENÉ MATERIÁLY KONSTRUKČNÍCH CELKŮ

Konstrukce překládacího vozu je navržena především z vysokopevnostních a konstrukčních ocelových materiálů (viz *Tab. 14*). Dominantní části velkoobjemové násypky tvoří oceli typu MC, zatímco její ostatní prvky včetně celků, které jsou k ní přimontovány (zešíkmení a regulační ústrojí) jsou tvořeny materiálem S355J2. Překládací dopravník a podvozek jsou další samostatné celky vozu, jejichž většinou část tvoří taktéž materiál S355J2.

*Tab. 14 Navržené materiály pro konstrukci překládacího vozu*

Celek vozu	Jednotlivé části	Rozměry	Navržený materiál
Velkoobjemová násypka	lemy (včetně zásepek)	$t = 4 \text{ mm}; t = 6 \text{ mm}$	S600MC
	žebra (rohů a přední příruby)	$t = 6 \text{ mm}$	
	výztuhy (čel)		
	boční žebra	$t = 4 \text{ mm}$	S460MC
	čela	$t = 6 \text{ mm}$	
	žlab		
	bočnice	$t = 4 \text{ mm}$	S355J2
	dosedací uzavřené profily	150x150x10 mm	
	zešíkmení	$t = 4 \text{ mm}; t = 6 \text{ mm}$	
	regulační ústrojí	$t = 6 \text{ mm}; t = 10 \text{ mm}$	
	příruby	$t = 10 \text{ mm}; t = 12 \text{ mm}$	
Překládací dopravník	další plechy	$t \geq 6 \text{ mm}$	
	žlab	$t = 4 \text{ mm}$	S355J2
	další plechy	$t \leq 12 \text{ mm}$	S355J2
	opěrná noha (uzavřený profil)	50x50x5 mm	
	čep	$\varnothing 25 \text{ mm}$	15 230
Tandemový podvozek	uložení pro čep (trubky)	$\varnothing 40,3 \text{ mm} (t = 10 \text{ mm})$	11 353
	rám včetně oje a krytu kol (uzavřené profily)	250x150x10 mm	S355J2
		150x150x10 mm	
		50x50x5 mm	
	další plechy	$t \geq 5 \text{ mm}$	

Vzhledem k tomu, že jedním z cílů diplomové práce je také pevnostní analýza velkoobjemové násypky, je nutné uvést meze kluzu zvolených materiálů tohoto celku (viz *Tab. 15*), ze kterých je vycházeno při výpočtu mezních stavů únosnosti.

*Tab. 15 Meze kluzu navržených materiálů velkoobjemové násypky [5] [6]*

Navržený materiál	Rozměry [mm]	Minimální mez kluzu [MPa]
S600MC	$t = 1,5 - 16$	600
S460MC	$t = 1,5 - 20$	460
S355J2	$t \leq 16; 16 < t \leq 40; 40 < t \leq 63$	355; 345; 335

Poznámka:

U vysokopevnostních materiálů S315MC – S600MC se mez kluzu dle normy se zvětšující tloušťkou plechu snižuje, zatímco u materiálů S650MC a S700MC může být mez kluzu při tloušťce plechu vyšší než 8 mm o 20 MPa nižší. [5]



## 6.5 DALŠÍ KONSTRUKČNÍ A BEZPEČNOSTNÍ PRVKY PŘEKLÁDACÍHO VOZU

K bezpečnému provozu stroje na pozemních komunikacích a bezproblémové funkci jeho jednotlivých celků jsou zapotřebí i další prvky, které bývají součástí vybavení překládací nástavby nebo tandemového podvozku.

Poznámka:

V případě některých dále zmíněných prvků (osvětlení a ochranné zařízení proti podjetí) se jedná o prvky, které jsou sice součástí navrženého 3D modelu, ovšem jejich umístění popř. rozměry jsou čistě orientační. V praxi tyto prvky podléhají přísným předpisům, na základě kterých jsou dány jak jejich rozměry, tak i umístění vůči rámu podvozku.

### 6.5.1 PRVKY VYSKYTUJÍCÍ SE NA PŘEKLÁDACÍ NÁSTAVBĚ

Mezi další konstrukční či bezpečnostní prvky nacházející se na překládací nástavbě patří ložiska, hydraulika, žebřík, vnitřní rošt, kontrolní a čistící otvory nebo prvky pro manipulaci a podobně.

#### HYDRAULIKA

Hydraulickým prvkem tvořícím součást každé překládací nástavby je PHM sloužící ke sklopení a vyklopení překládacího šneku. Nabízí-li výrobce možnost sklápění překládacího šnekového dopravníku okolo podélné osy stroje, bývá při této variantě využíváno dalších hydraulických prvků. V některých případech PHM zajišťují ovládání regulačního ústrojí, umístěného uvnitř velkoobjemové násypky, ovládání výsypu zrna nebo také otevření určitých čistících otvorů.

#### LOŽISKA

Ložiska jsou nedílnou součástí konstrukce, kde jejich funkce spočívá v uložení podlahového a překládacího šneku. V obou případech bývají umístěna v tzv. domečcích a zachycují jak axiální, tak radiální síly.

#### KONTROLNÍ A ČISTÍCÍ OTVORY

Přední popř. zadní čelo je obvykle vybaveno průhlednými okénky určenými pro kontrolu naplnění násypky a vniknutí cizích předmětů. K čištění žlabu, tvořícího dno velkoobjemové násypky, jsou určeny uzavírací čistící otvory, které jsou umístěny zespoda žlabu. Překládací dopravník má obvykle ve spodní části odšroubovatelný plech sloužící pro případnou kontrolu uzlu mezi podlahovým a překládacím šnekem. Konstrukce nástavby zahrnuje také otvory pro odtok vody.

#### ŽEBŘÍK, VNITŘNÍ ROŠT A PRVKY PRO MANIPULACI

Ke snadnému vstupu obsluhy do velkoobjemové násypky je určen vnější žebřík, který může být sklopný nebo úplně odnímatelný. Násypku lze vybavit také vnitřním žebříkem, případně roštem zajišťujícím bezpečný pohyb obsluhy. K manipulaci konstrukce jsou určena závěsná oka umístěná většinou uvnitř násypky.

#### PŘÍPLATKOVÁ VÝBAVA

V mnoha případech je k základní výbavě překládacích nástaveb nabízena i možnost příplatkové výbavy, mezi kterou patří například digitální systém vážení v podobě tenzometrických vah, nástavky pro navýšení objemu násypky, osvětlení vyprazdňovacího šneku nebo rolovací krycí plachta sloužící k ochraně nákladu před deštěm a dalšími vlivy.

### 6.5.2 PRVKY VYSKYTUJÍCÍ SE NA TANDEMOVÉM PODVOZKU

Tandemový podvozek zahrnuje také řadu důležitých prvků, které jsou součástí konstrukce a mnohdy také podléhají legislativním požadavkům. Mezi tyto prvky lze zařadit brzdovou soustavu, hydraulickou soustavu, povinné osvětlení nebo ochranné zařízení proti podjetí.

#### BRZDOVÁ SOUSTAVA

Brzdový systém podvozek bývá tvořen nápravami s bubnovými brzdami, které jsou standardně ovládány mechanicky, přičemž hydraulicky ovládané brzdy jsou v současnosti v EU zakázané, ale nacházejí své využití například na Ukrajině. Brzdy jsou dvouhadicové (plnicí a ovládací), ale jednookruhové, z čehož plyne, že v případě výpadku okruhu stroje ztrácí brzdě vlastnosti.

#### HYDRAULICKÁ SOUSTAVA

Součástí podvozek je běžně i hydraulická soustava, která se liší na základě toho, v jaké výbavě je podvozek dodáván. Tato výbava může zahrnovat hydraulicky odpruženou oj, hydraulické odstavné zařízení, hydraulicky odpružené nápravy nebo další prvky. Velkou výhodou hydraulicky odpružených náprav je možnost zvednutí přední nápravy při jízdě bez nákladu, díky čemuž dochází k úspoře pneumatik.

#### POVINNÉ OSVĚTLENÍ

Důležitou výbavou podvozek je povinné osvětlení, které zahrnuje koncová světla, obrysová světla, blinkry, brzdová světla, stranová světla nebo osvětlení značky.

#### OCHRANNÉ ZAŘÍZENÍ PROTI PODJETÍ

Nepostradatelným bezpečnostním prvkem je ochranné zařízení proti podjetí, které je umístěno zezadu a v některých případech i z boku podvozek. Vzhledem k tomu, že se jedná o zařízení podléhající přísným předpisům, tak musí být prokázána jeho odolnost zkušebním postupem s danými podmínkami.

#### PŘÍPLATKOVÁ VÝBAVA

Většina výrobců tandemových nebo jakýchkoli jiných druhů podvozek poskytuje možnost zakoupení příplatkové výbavy, která se ovšem často liší. Příkladem prvků nabízených nad rámec základní výbavy může být nucená zadní řiditelná náprava, centrální mazání, LED osvětlení nebo různé druhy odpružení náprav či oje.

## 6.6 ZHODNOCENÍ KONSTRUKČNÍHO NÁVRHU PŘEKLÁDACÍHO VOZU

Hlavním cílem této kapitoly bylo představit konstrukční návrh překládacího vozu s popisem všech jeho celků. V kapitole jsou zahrnuty jak popisy konstrukčních celků nacházejících se v navrženém 3D modelu, tak i popisy prvků, které v něm obsaženy nejsou, ale tvoří nedílnou součást konstrukce překládací techniky. Součástí kapitoly je také dílčí návrh pohonu šnekových dopravníků. Materiály navržených celků jsou shrnuty v samostatné podkapitole, kde jsou u některých uvedeny i jejich meze kluzu. Z hlediska volby jednotlivých komponent byla provedena volba odpružení, náprav podvozek, pneumatik a převodovky, která je důležitým členem pohonu šnekových dopravníků.



## 7 NÁVRH ŠNEKOVÝCH DOPRAVNÍKŮ

Koncepce překládacího vozu zahrnuje dvojici šnekových dopravníků (podlahový a překládací), u kterých je zapotřebí dle cílů diplomové práce zpracovat jejich návrh. Pro výpočet bylo nutné stanovit základní vstupní parametry (viz *Tab. 16*).

*Tab. 16 Základní vstupní parametry*

Otáčky vývodového hřídele traktoru	1 000 min <sup>-1</sup>
Maximální doba pro přeložení pšenice	2 min
Přepravovaný objem	30 m <sup>3</sup>
Dopravní výška	4,9 m
Vodorovná dopravní vzdálenost	6,2 m
Převodový poměr zvolené převodovky	1,83
Otáčky šneku (na základě zvolené převodovky)	9,107 s <sup>-1</sup>

### 7.1 NÁVRH PŘEKLÁDACÍHO ŠNEKOVÉHO DOPRAVNÍKU

V následujících podkapitolách jsou uvedeny jednotlivé výpočty potřebné pro návrh šnekového dopravníku, které byly provedeny dle [1], str. 208 – 210.

#### 7.1.1 TEORETICKÁ OBJEMOVÁ VÝKONNOST

[1]

$$Q_{oT} = \frac{V}{t_{\max}} \quad [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}] \quad (7.1)$$

$$Q_{oT} = \frac{30}{120}$$

$$Q_{oT} = 0,25 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Kde:  $V$  [m<sup>3</sup>] přepravovaný objem (z *Tab. 16*)  
 $t_{\max}$  [s] maximální doba pro přeložení pšenice (z *Tab. 16*)

#### 7.1.2 TEORETICKÁ HMOTNOSTNÍ VÝKONNOST

[1]

$$Q_{mT} = Q_{oT} \cdot q_v \quad [\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (7.2)$$

$$Q_{mT} = 0,25 \cdot 750$$

$$Q_{mT} = 187,5 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$$

Kde:  $Q_{oT}$  [m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>] teoretická objemová výkonnost, z rovnice (7.1)  
 $q_v$  [kg·m<sup>-3</sup>] objemová hmotnost pšenice, dle [1]

#### 7.1.3 PRŮMĚR ŠNEKU

[1]

$$Q_{oT} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \psi \cdot s \cdot n \cdot c_H = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \psi \cdot 0,8 \cdot D \cdot n \cdot c_H \quad [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}] \quad (7.3)$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{Q_{oT}}{\pi \cdot 0,2 \cdot \psi \cdot n \cdot c_H}} \quad [\text{m}] \quad (7.4)$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{0,25}{\pi \cdot 0,2 \cdot 0,45 \cdot 9,107 \cdot 0,5}}$$

$$D = 0,579 \text{ m} = 579 \text{ mm} \Rightarrow \text{zvoleno } \mathbf{600 \text{ mm}}$$

Kde:	$Q_{oT}$	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$	teoretická objemová výkonnost, z rovnice (7.1)
	$c_H$	$[-]$	korekční součinitel, dle [1]
	$n$	$[\text{s}^{-1}]$	otáčky šneku (z <i>Tab. 16</i> )
	$s$	$[\text{m}]$	stoupání šneku ( $s = 0,8 \cdot D$ ), dle [1]
	$\psi$	$[-]$	součinitel zaplnění průřezu trubky, dle [1]

#### 7.1.4 RYCHLOST POSUVU MATERIÁLU [1]

$$v_p = s \cdot n = 0,8 \cdot D \cdot n \quad [\text{m} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (7.5)$$

$$v_p = 0,8 \cdot 0,6 \cdot 9,107$$

$$v_p = 4,37 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Kde:	$D$	$[\text{m}]$	průměr šneku, z rovnice (7.4)
	$n$	$[\text{s}^{-1}]$	otáčky šneku (z <i>Tab. 16</i> )
	$s$	$[\text{m}]$	stoupání šneku ( $s = 0,8 \cdot D$ ), dle [1]

#### 7.1.5 OBJEMOVÁ VÝKONNOST [1]

$$Q_o = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \psi \cdot s \cdot n \cdot c_H = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \psi \cdot 0,8 \cdot D \cdot n \cdot c_H \quad [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}] \quad (7.6)$$

$$Q_o = \frac{\pi \cdot 0,6^2}{4} \cdot 0,45 \cdot 0,8 \cdot 0,6 \cdot 9,107 \cdot 0,5$$

$$Q_o = 0,28 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} = 16,8 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$$

Kde:	$D$	$[\text{m}]$	průměr šneku, z rovnice (7.4)
	$c_H$	$[-]$	korekční součinitel, dle [1]
	$n$	$[\text{s}^{-1}]$	otáčky šneku (z <i>Tab. 16</i> )
	$s$	$[\text{m}]$	stoupání šneku ( $s = 0,8 \cdot D$ ), dle [1]
	$\psi$	$[-]$	součinitel zaplnění průřezu trubky, dle [1]

#### 7.1.6 ČAS POTŘEBNÝ PRO PŘELOŽENÍ [1]

$$t = \frac{V}{Q_o} \quad [\text{s}] \quad (7.7)$$

$$t = \frac{30}{0,28}$$

$$t = 107,14 \text{ s} = 1,79 \text{ min}$$

Kde:	$Q_o$	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$	objemová výkonnost, z rovnice (7.6)
	$V$	$[\text{m}^3]$	převážený objem (z <i>Tab. 16</i> )

**7.1.7 HMOTNOSTNÍ VÝKONNOST**

[1]

$$Q_m = Q_o \cdot q_v \quad [\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (7.8)$$

$$Q_m = 0,28 \cdot 750$$

$$Q_m = 210 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$$

Kde:  $Q_o$   $[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$  objemová výkonnost, z rovnice (7.6)  
 $q_v$   $[\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$  objemová hmotnost pšenice, dle [1]

**7.1.8 POTŘEBNÝ VÝKON PRO POHON**

[1]

$$P = Q_m \cdot g \cdot (l_v \cdot w + h) \quad [\text{W}] \quad (7.9)$$

$$P = 210 \cdot 9,81 \cdot (6,2 \cdot 2,3 + 4,9)$$

$$P = 39\,471,52 \text{ W}$$

Kde:  $Q_m$   $[\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}]$  hmotnostní výkonnost, z rovnice (7.8)  
 $g$   $[\text{m} \cdot \text{s}^{-2}]$  tíhové zrychlení  
 $h$   $[\text{m}]$  dopravní výška (z Tab. 16)  
 $l_v$   $[\text{m}]$  vodorovná dopravní vzdálenost (z Tab. 16)  
 $w$   $[-]$  globální součinitel odporu, dle [1]

**7.1.9 HNACÍ MOMENT NA HŘÍDELI ŠNEKU**

[1]

$$M_h = \frac{P}{\omega} = \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot n} \quad [\text{N} \cdot \text{m}] \quad (7.10)$$

$$M_h = \frac{39\,471,52}{2 \cdot \pi \cdot 9,107}$$

$$M_h = 689,81 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Kde:  $P$   $[\text{W}]$  potřebný výkon pro pohon, z rovnice (7.9)  
 $n$   $[\text{s}^{-1}]$  otáčky šneku (z Tab. 16)  
 $\omega$   $[\text{s}^{-1}]$  úhlová rychlost šneku ( $\omega = 2 \cdot \pi \cdot n$ )

**7.1.10 ÚHEL STOUPÁNÍ ŠNEKOVICE**

[1]

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{s}{\pi \cdot D} = \tan^{-1} \frac{0,8 \cdot D}{\pi \cdot D} \quad [^\circ] \quad (7.11)$$

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{0,8 \cdot 0,6}{\pi \cdot 0,6}$$

$$\alpha = 14^\circ$$

Kde:  $D$   $[\text{m}]$  průměr šneku, z rovnice (7.4)  
 $s$   $[\text{m}]$  stoupání šneku ( $s = 0,8 \cdot D$ ), dle [1]

**7.1.11 MAXIMÁLNÍ AXIÁLNÍ SÍLA PŮSOBÍCÍ NA ŠNEK**

[1]

$$F_a = \frac{M_h}{R_s \cdot \tan(\alpha + \varphi)} = \frac{M_h}{0,375 \cdot D \cdot \tan(\alpha + \varphi)} \quad [\text{N}] \quad (7.12)$$

$$F_a = \frac{689,81}{0,375 \cdot 0,6 \cdot \tan(14 + 21,8)}$$

$$F_a = 4\,250,87 \text{ N}$$

Kde:	D	[m]	průměr šneku, z rovnice (7.4)
	M <sub>h</sub>	[N·m]	hnací moment na hřídeli šneku, z rovnice (7.10)
	R <sub>s</sub>	[m]	účinný poloměr šneku (R <sub>s</sub> = 0,375 · D), dle [1]
	α	[°]	úhel stoupání šnekovice, z rovnice (7.11)
	φ	[°]	třecí úhel mezi materiálem a povrchem šnekovice (φ = arctg (f), kde f = 0,4; pro pšenici je tato hodnota stejná), dle [59] str. 12, tab. 8

**7.2 NÁVRH PODLAHOVÉHO ŠNEKOVÉHO DOPRAVNÍKU**

Návrh podlahového šnekového dopravníku je proveden po konzultaci s oponentem diplomové práce na základě předchozích výpočtů překládacího šnekového dopravníku. Důležitými parametry pro podlahový šnek jsou jeho průměr a úhel stoupání šnekovice. Obě zmiňované hodnoty jsou stejné jako v případě překládacího šneku (D = 600 mm, α = 14°).

Poznámka:

V praxi se lze setkat i se speciálními konstrukcemi podlahového šneku, které mají proměnlivé stoupání šnekovice.

**7.3 DOPLŇUJÍCÍ INFORMACE OBOU NÁVRHŮ**

Mezi doplňující informace návrhu obou šnekových dopravníků lze například zařadit upřesnění způsobu pohonu obou šneků, samotný způsob uložení šneků nebo volbu jejich materiálu.

Pohon šnekových dopravníků je tvořen vývodovým hřídelem traktoru, kloubovými hřídeli, řetězovým převodem a zvolenou úhlovou převodovkou. Detailní popis pohonu šnekových dopravníků včetně uvedení zvolené úhlové převodovky je obsažen v podkapitole 6.2.4.

K uložení obou šneků jsou využívána ložiska, která jsou schopna zachytit jak axiální, tak i radiální síly. Tyto ložiska jsou namáhána axiální silou vznikající od posouvajícího se zrna a také silami vyvolanými od vlastní hmotnosti šneku.

Materiál obou dvou šneků bývá volen na základě různých bezpečnostních a hygienických opatření, která je nutné dodržovat. V praxi se lze obecně setkat i se šnekovými dopravníky dopravujícími plody, které mohou být rovnou plnohodnotnou potravinou (např. bobule révy vinné apod.). V těchto případech se pro tyto dopravní celky volí korozi-vzdorné materiály splňující veškeré bezpečnostní i hygienické požadavky.

## 8 ROZBOR SIL PŮSOBÍCÍCH NA PŘEKLÁDACÍ VŮZ

Během provozu působí na konstrukci překládacího vozu různé silové účinky, které je nutné určit, aby bylo možné následně provést pevnostní analýzu velkoobjemové násypky. Na základě rozboru těchto účinků se stanovují určité zátěžné stavy, ve kterých se překládací vůz při běžném provozu nachází.

Mezi kontrolované zátěžné stavy v rámci této diplomové práce patří statická poloha, akcelerace, brzdění traktoru, brzdění překládacího vozu a průjezd zatáčkou. U všech zmíněných stavů je uvažováno, že násypka překládacího vozu o objemu  $30 \text{ m}^3$  je zcela naplněna pšenicí ( $q_v = 750 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ).

### 8.1 STATICKÁ POLOHA

Statickou polohou se rozumí stání nebo jízda přímým směrem s konstantní rychlostí, přičemž z hlediska působících sil se jedná o dva totožné stavy. Na konstrukci překládacího vozu působí ve statické poloze pouze tíhové zrychlení a ostatní silové účinky jsou vyloučeny (viz Obr. 34).

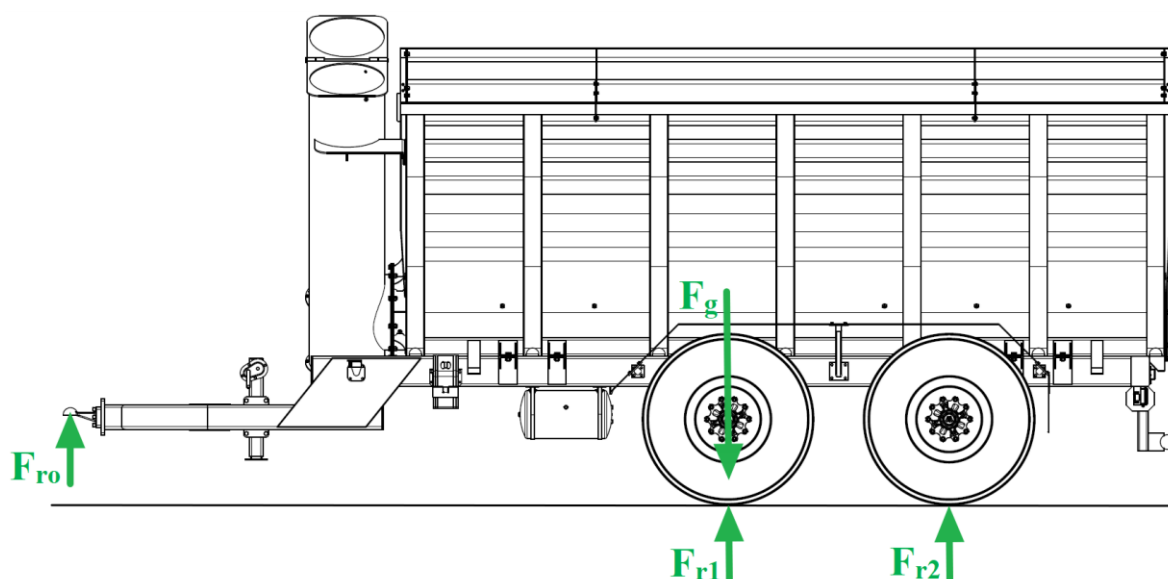
#### 8.1.1 TÍHOVÁ SÍLA PŮSOBÍCÍ VE STATICKÉ POLOZE

$$F_g = m_u \cdot g \quad [\text{N}] \quad (8.1)$$

$$F_g = 22\,500 \cdot 9,81$$

$$F_g = 220\,725 \text{ N}$$

Kde:  $m_u$  [kg] užitečná nosnost  
 $g$  [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ ] tíhové zrychlení



Obr. 34 Síly působící na překládací vůz ve statické poloze

## 8.2 AKCELERACE

Na konstrukci překládacího vozu působí při akceleraci nejen tíhové zrychlení, ale i zrychlení ve směru jízdy. Na základě druhého jmenovaného zrychlení vzniká síla v oji, která vyvolává setrvačný účinek ve formě setrvačné síly působící v těžišti vozu proti směru pohybu stroje (viz Obr. 35). Rozjezd moderních užitkových silničních vozidel a jejich souprav je prováděn v počáteční fázi se zrychlením přibližně do  $2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  [2]. Po konzultaci s vedoucím diplomové práce byla stanovena hodnota zrychlení na  $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ , což povede k tomu, že hodnoty tlaku působící na zadní čelo násypky budou vyšší.

### 8.2.1 SETRVAČNÁ SÍLA VZNIKAJÍCÍ PŘI AKCELERACI

$$F_A = m_u \cdot a_A \quad [\text{N}] \quad (8.2)$$

$$F_A = 22\,500 \cdot 4$$

$$F_A = 90\,000 \text{ N}$$

Kde:  $m_u$  [kg] užitečná nosnost  
 $a_A$  [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ ] zrychlení při akceleraci

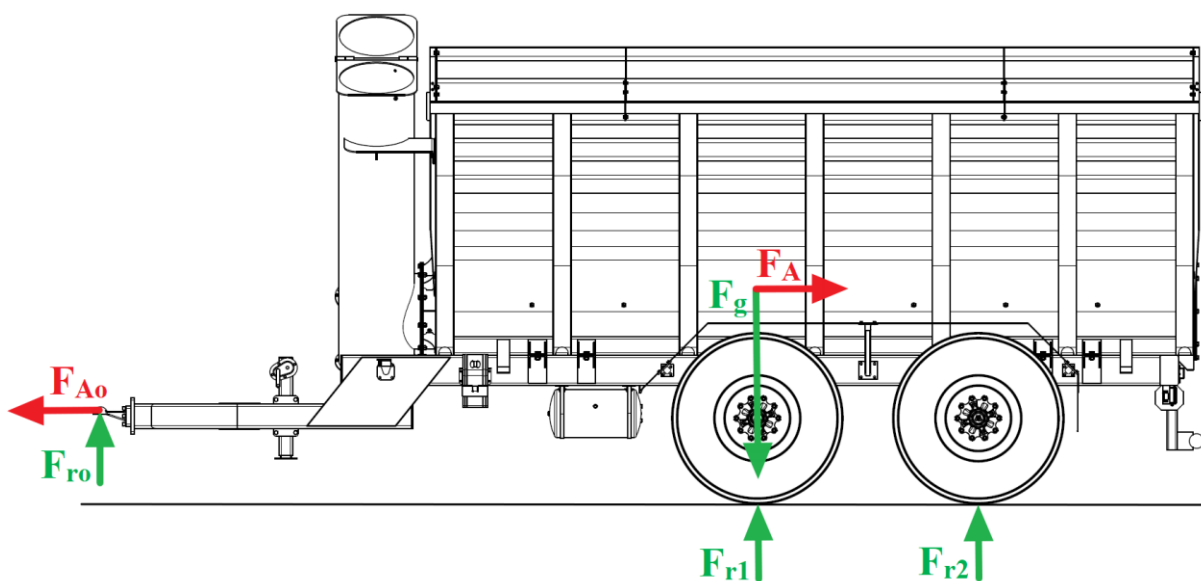
### 8.2.2 TLAK PŮSOBÍCÍ NA ZADNÍ ČELO NÁSYPKY PŘI AKCELERACI

$$p_A = \frac{F_A}{S_{ZČ}} \quad [\text{Pa}] \quad (8.3)$$

$$p_A = \frac{90\,000}{4,9}$$

$$p_A = 18\,367,3 \text{ Pa}$$

Kde:  $F_A$  [N] setrvačná síla vznikající při akceleraci, z rovnice (8.2)  
 $S_{ZČ}$  [ $\text{m}^2$ ] plocha zadního čela



Obr. 35 Síly působící na překládací vůz při akceleraci

### 8.3 BRZDĚNÍ TRAKTORU

Na konstrukci překládacího vozu působí při brzdění traktoru zrychlení, které směřuje proti směru jízdy. Vlivem tohoto zrychlení vzniká síla v oji vyvolávající setrvačný účinek ve formě setrvačné síly působící v těžišti vozu ve směru pohybu stroje (viz *Obr. 36*). Po konzultaci s vedoucím diplomové práce byla zvolena hodnota brzdného zrychlení traktoru  $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ .

#### 8.3.1 SETRVAČNÁ SÍLA VZNIKAJÍCÍ PŘI BRZDĚNÍ TRAKTORU

$$F_{BT} = m_u \cdot a_{BT} \quad [\text{N}] \quad (8.4)$$

$$F_{BT} = 22\,500 \cdot 4$$

$$F_{BT} = 90\,000 \text{ N}$$

Kde:  $m_u$  [kg] užitečná nosnost  
 $a_{BT}$  [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ ] zrychlení při brzdění traktoru

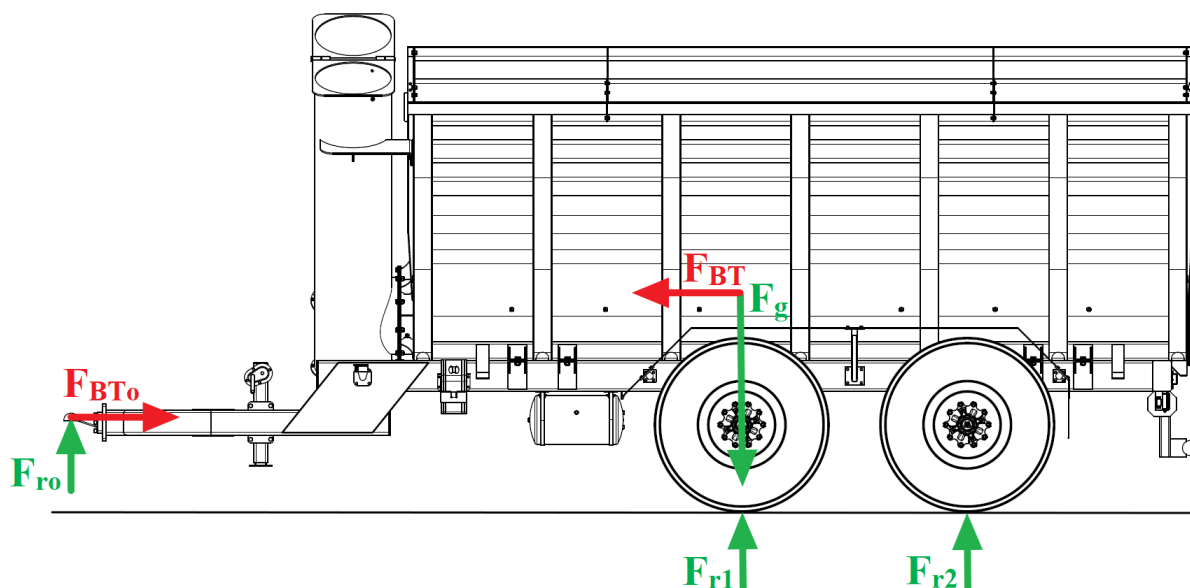
#### 8.3.2 TLAK PŮSOBÍCÍ NA PŘEDNÍ ČELO NÁSYPKY PŘI BRZDĚNÍ TRAKTORU

$$p_{BT} = \frac{F_{BT}}{S_{PČ}} \quad [\text{Pa}] \quad (8.5)$$

$$p_{BT} = \frac{90\,000}{4,9}$$

$$p_{BT} = 18\,367,3 \text{ Pa}$$

Kde:  $F_{BT}$  [N] setrvačná síla vznikající při brzdění traktoru, z rovnice (8.4)  
 $S_{PČ}$  [ $\text{m}^2$ ] plocha předního čela



*Obr. 36 Síly působící na překládací vůz při brzdění traktoru*

## 8.4 BRZDĚNÍ PŘEKLÁDACÍHO VOZU

Mezi pneumatikou a vozovkou vznikají na základě brzdění překládacího vozu třecí síly, které následně vyvolávají brzdné zrychlení působící proti směru jízdy. Toto brzdné zrychlení vytváří setrvačnou sílu, působící v těžišti vozu ve směru jízdy (viz *Obr. 37*), která vytváří společně se třecími silami moment způsobující odlehčení zadní nápravy o určitou hodnotu a zároveň přitížení přední nápravy o totožnou hodnotu. Vlivem již zmiňovaného vzniklého momentu dochází při brzdění k překlápění vozu směrem dopředu. Po konzultaci s vedoucím diplomové práce byla zvolena hodnota brzdného zrychlení překládacího vozu  $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ .

### 8.4.1 SETRVAČNÁ SÍLA VZNIKAJÍCÍ PŘI BRZDĚNÍ VOZU

$$F_{BV} = m_u \cdot a_{BV} \quad [\text{N}] \quad (8.6)$$

$$F_{BV} = 22\,500 \cdot 3$$

$$F_{BV} = 67\,500 \text{ N}$$

Kde:  $m_u$  [kg] užitečná nosnost  
 $a_{BV}$  [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ ] zrychlení při brzdění vozu

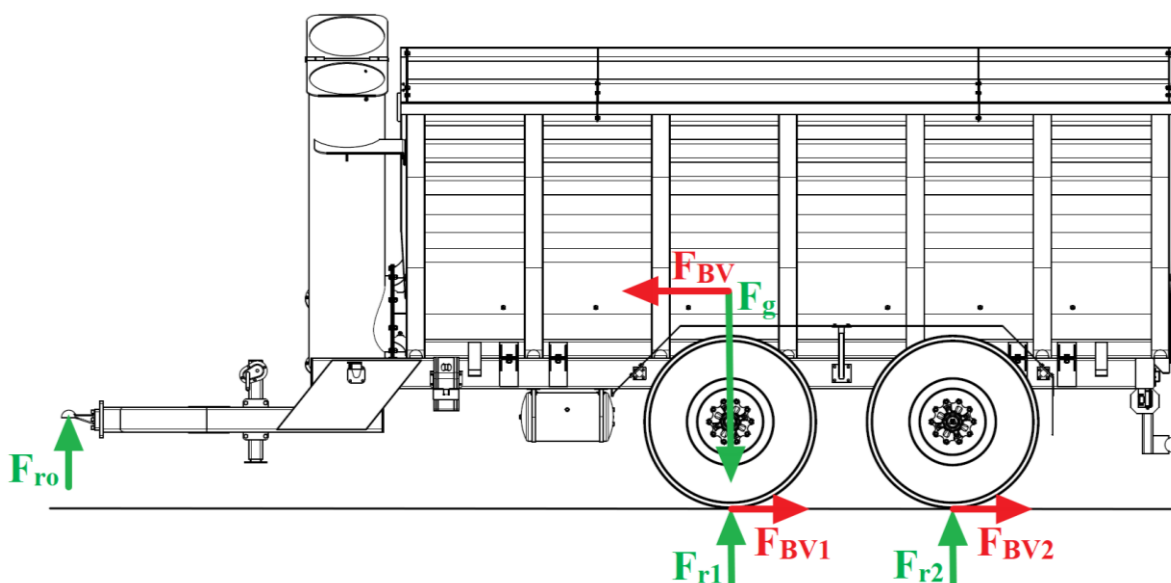
### 8.4.2 TLAK PŮSOBÍCÍ NA PŘEDNÍ ČELO NÁSYPKY PŘI BRZDĚNÍ VOZU

$$p_{BV} = \frac{F_{BV}}{S_{pč}} \quad [\text{Pa}] \quad (8.7)$$

$$p_{BV} = \frac{67\,500}{4,9}$$

$$p_{BV} = 13\,775,5 \text{ Pa}$$

Kde:  $F_{BV}$  [N] setrvačná síla vznikající při brzdění vozu, z rovnice (8.6)  
 $S_{pč}$  [ $\text{m}^2$ ] plocha předního čela



*Obr. 37 Síly působící na překládací vůz při brzdění překládacího vozu*



## 8.5 PRŮJEZD ZATÁČKOU

Při průjezdu zatáčkou konstantní rychlostí působí na překládací vůz příčné zrychlení, které směřuje do středu poloměru zatáčky. Vlivem tohoto zrychlení dochází ke vzniku setrvačného účinku ve formě příčné odstředivé síly (viz *Obr. 38*) způsobující naklopení a v horších případech převrácení překládacího vozu. Tato síla bývá občas definována i jako reakční síla působící na bočníci násypky.

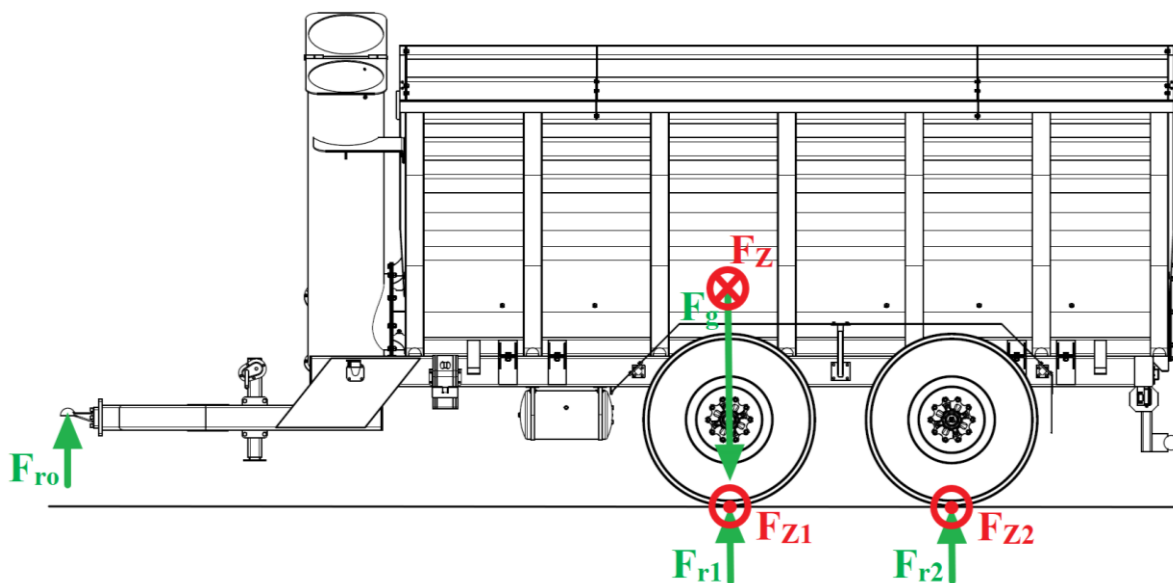
### 8.5.1 PŘÍČNÉ ZRYCHLENÍ PŘI PRŮJEZDU ZATÁČKOU

$$a_p = \frac{v^2}{R} \quad [\text{m} \cdot \text{s}^{-2}] \quad (8.8)$$

Kde:  $v$   $[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$  rychlost překládacího vozu  
 $R$   $[\text{m}]$  poloměr zatáčky

Poznámka:

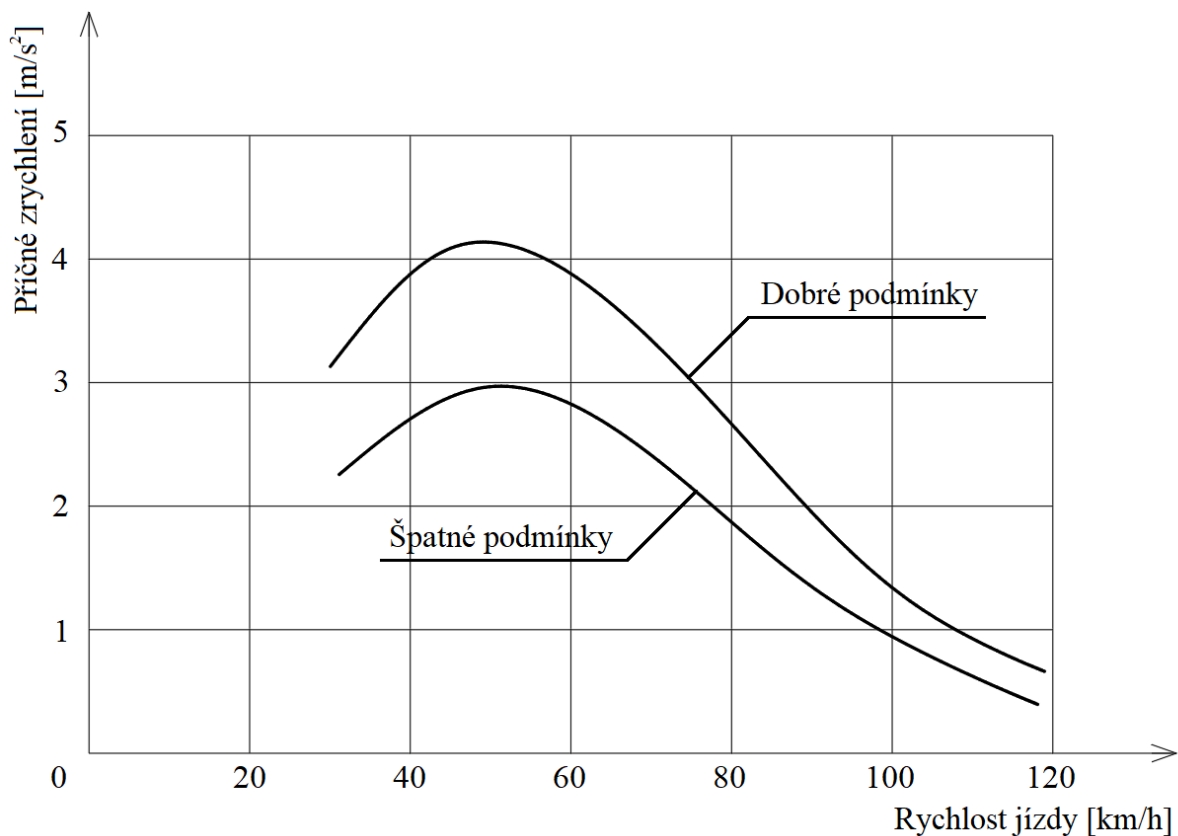
Vzhledem k tomu, že jak rychlost překládacího vozu, tak i poloměr zatáčky jsou neznámé údaje, bývá hodnota příčného zrychlení stanovena jiným způsobem.



*Obr. 38 Síly působící na překládací vůz při průjezdu zatáčkou*

Měření v praktickém provozu prokázala, že není využíváno maximálních hodnot příčného zrychlení, ale naopak nižších a to z důvodu, že existuje tzv. psychologická bariéra, která brání průměrným řidičům využít vyšších příčných zrychlení. Tato bariéra vzniká na základě pocitu řidiče, že jede zatáčkou už příliš vysokou rychlostí. [2]

Výsledkem měření jsou křivky zobrazující vzájemnou závislost rychlosti jízdy a příčného zrychlení (viz *Obr. 39*). Při stanovení hodnoty příčného zrychlení je dle normy ČSN EN 12195-1 [7] brána v úvahu i určitá rezerva, a proto byla hodnota stanovena na  $a_p = 0,5 \cdot g$ .



Obr. 39 Křivky závislosti příčného zrychlení na rychlosti jízdy [2]

### 8.5.2 ODSTŘEDIVÁ SÍLA VZNIKAJÍCÍ PŘI PRŮJEZDU ZATÁČKOU

$$F_z = m_u \cdot a_p = m_u \cdot (0,5 \cdot g) \quad [\text{N}] \quad (8.9)$$

$$F_z = 22\,500 \cdot (0,5 \cdot 9,81)$$

$$F_z = 110\,362,5 \text{ N}$$

Kde:  $m_u$  [kg] užitečná nosnost  
 $a_p$  [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ ] příčné zrychlení při průjezdu zatáčkou  
 $g$  [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ ] tíhové zrychlení

### 8.5.3 TLAK PŮSOBÍCÍ NA BOČNICI NÁSYPKY PŘI PRŮJEZDU ZATÁČKOU

$$p_z = \frac{F_z}{S_B} \quad [\text{Pa}] \quad (8.10)$$

$$p_z = \frac{110\,362,5}{12,5}$$

$$p_z = 8\,829 \text{ Pa}$$

Kde:  $F_z$  [N] odstředivá síla vznikající při průjezdu zatáčkou, z rovnice (8.9)  
 $S_B$  [ $\text{m}^2$ ] plocha bočnice

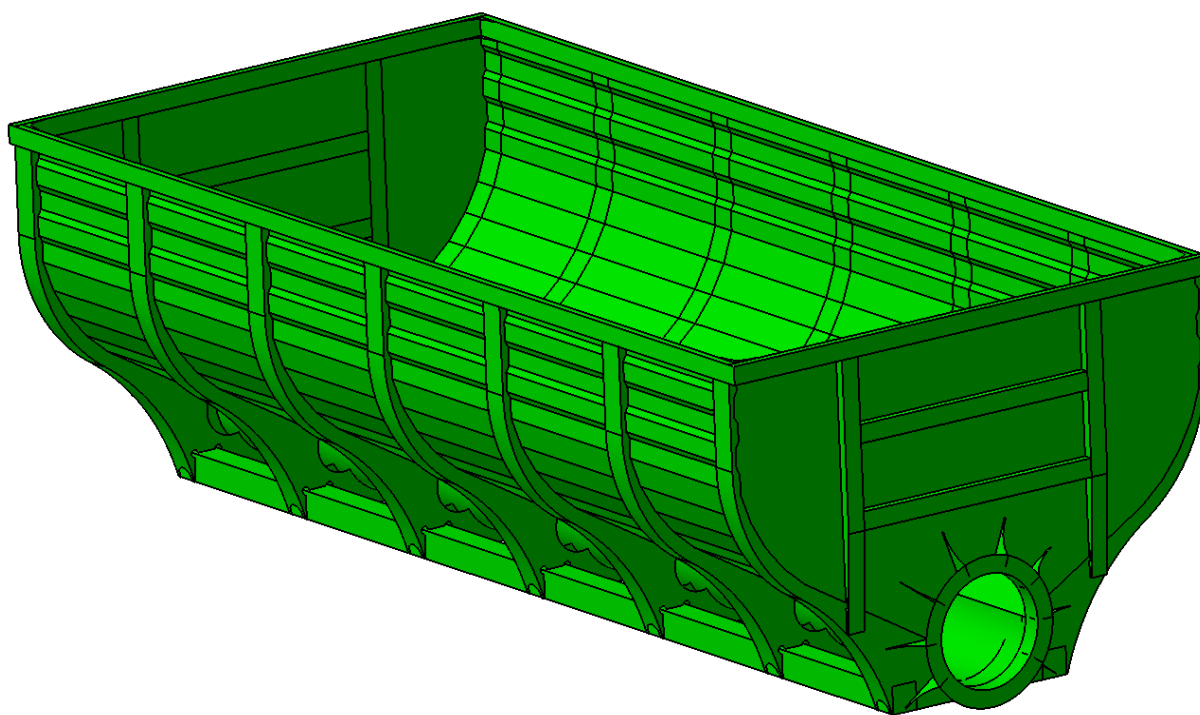
## 9 PŘÍPRAVA MODELU PRO MKP ANALÝZU

Model velkoobjemové násypky překládacího vozu byl navržen v programu Autodesk Inventor 2018. Pro pevnostní analýzu je použita metoda konečných prvků (MKP) v angličtině finite element method (FEM), která byla provedena v prostředí softwaru MSC Apex Jaguar.

Vzhledem k tomu, že konstrukci velkoobjemové násypky tvoří převážně tenkostěnné profily, je pro MKP analýzu zvolen střednicový skořepinový model. Tento způsob tvorby modelu se jeví jako nejvýhodnější a to především z hlediska nižší časové náročnosti výpočtu v porovnání s objemovým modelem.

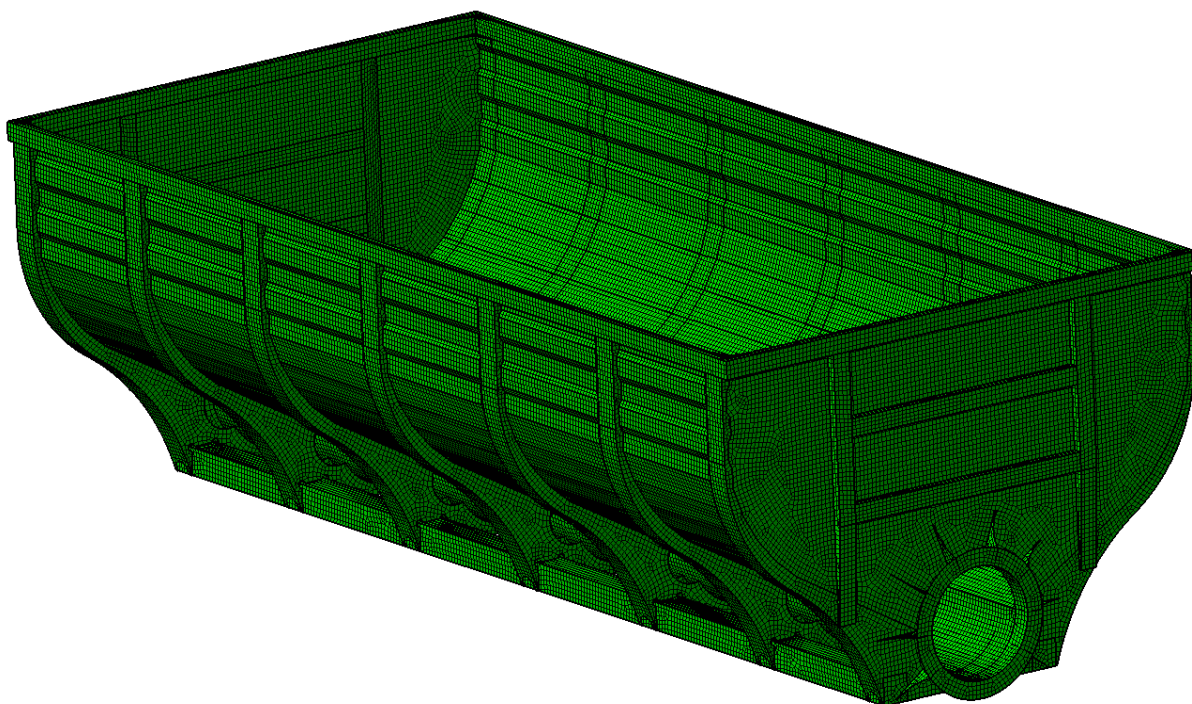
### 9.1 MODEL VELKOOBJEMOVÉ NÁSYPKY

Skořepinový model velkoobjemové násypky (viz *Obr. 40*) je zjednodušen o technologické prvky, jako jsou zkosení, zaoblení nebo například otvory pro strojní součásti. I přes zmíněné technologické zjednodušení je skořepinový model vytvořen tak, aby co nejvíce odpovídal původnímu objemu.



*Obr. 40 Skořepinový model velkoobjemové násypky*

Ke střednicovým plochám jsou přiřazeny tloušťky odpovídající tloušťkám plechů objemového modelu. Konečnoprvkový model (viz *Obr. 41*) se skládá pouze ze čtyřuzlových prvků, což vede k mnohem přesnějším výsledkům, než v případě využití kombinace čtyřuzlových a tříuzlových prvků.



Obr. 41 MKP model velkoobjemové násypky se čtyřřizlovými prvky

## 9.2 NÁHRADY JEDNOTLIVÝCH CELKŮ

Celky u kterých není vyžadována pevnostní analýza, jsou provedeny v podobě náhrad za využití různých prvků a vazeb. Hlavním požadavkem na tyto náhrady je, aby co nejvíce odpovídaly skutečným nahrazovaným celkům. V následujících podkapitolách jsou tyto náhrady rozebrány.

### 9.2.1 NÁHRADA NÁKLADU

Vzhledem k tomu, že překládací vůz slouží především k přepravě různých obilnin, tak důležitou veličinou, se kterou je nutné počítat je odpovídající objemová hmotnost. Tlak od těchto přepravovaných komodit, působících na vnitřní stěny násypky, je nahrazen hydrostatickým tlakem s využitím objemové hmotnosti pšenice, která je  $750 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

Na základě toho, že v prostředí softwaru MSC Apex Jaguar není funkce Hydrostatic Pressure, jako v jiných podobných softwarech, jsou jednotlivé vnitřní stěny násypky zatíženy skokově v určitých pásech, kde s rostoucí hloubkou jsou nastaveny vyšší hodnoty tlaku dle vzorce pro hydrostatický tlak ( $p = h \cdot \rho \cdot g$ ).

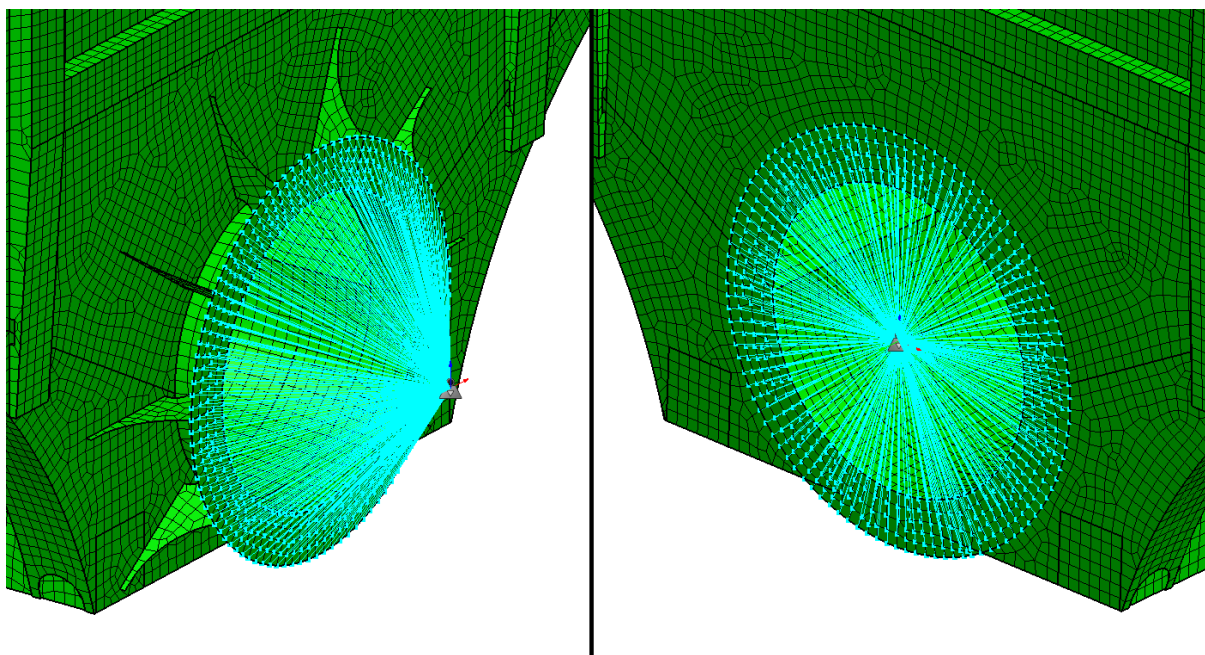
Při dalších zátěžných stavech jako jsou akcelerace, brzdění traktoru, brzdění překládacího vozu a průjezd zatáčkou nebyla v prostředí využívána zvolená zrychlení v požadovaných směrech. K již zmíněným hodnotám tlaku byly přidány další hodnoty, které jsou pro jednotlivé stavy vypočítány v předchozí kapitole.

U všech těchto stavů je uvažováno, že velkoobjemová násypka je zcela naplněna a to i přesto, že součástí střednicového modelu není zešíkmení umístěné na jejím horním lemu. Ve výpočtech tlaků působících na vnitřní plochy násypky je zmíněné zešíkmení zahrnuto.

### 9.2.2 NÁHRADA ZATÍŽENÍ OD PODLAHOVÉHO A PŘEKLÁDACÍHO ŠNEKU

Zatížení od podlahového a překládacího šneku jsou v pevnostní analýze nahrazena prvkem Point Mass. Tento prvek umožňuje soustředit do jednoho bodu zvolené zatížení, které je přenášeno na požadované plochy za využití prvku Discrete Tie, který je součástí již zmiňovaného Point Massu. Po konzultaci s oponentem diplomové práce byly stanoveny hodnoty, které nahrazují zatížení od obou šneků.

Překládací šnek je nahrazen prvkem Point Mass s přiřazenou hmotností 1000 kg (viz *Obr. 42 vlevo*). K prvkům nahrazujícím zatížení od podlahového šneku byla přiřazena hmotnost 200 kg, která je soustředěována do míst, kde je uložen dělený podlahový šnek (viz *Obr. 42 vpravo*).



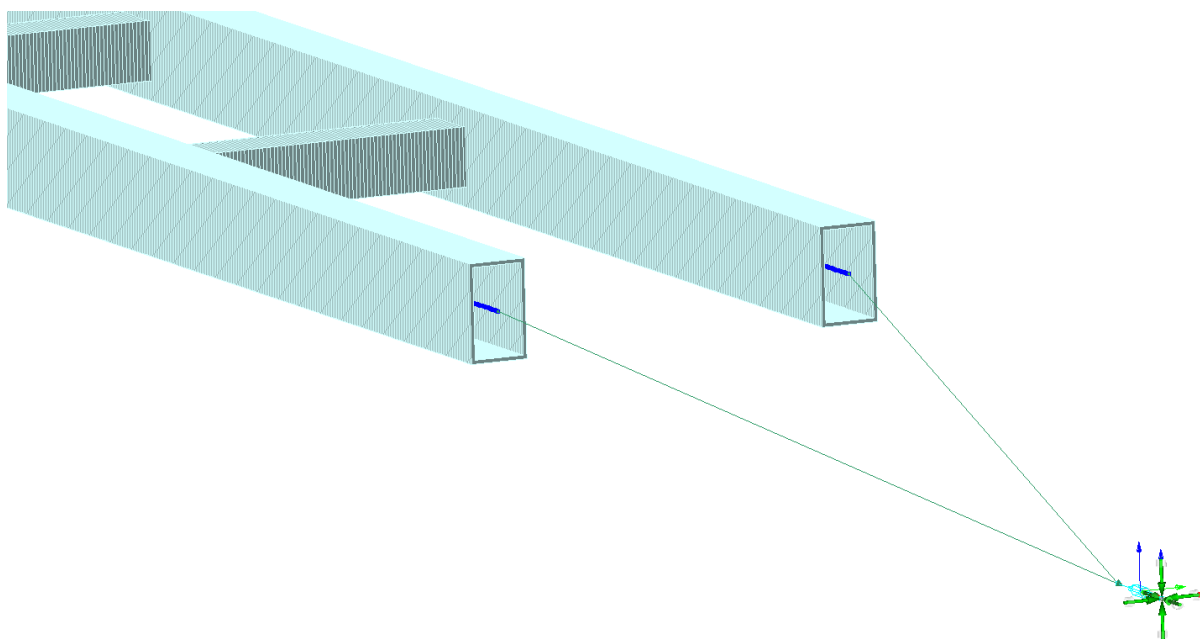
*Obr. 42 Ukázka využití prvku Point Mass  
(vlevo – náhrada zatížení přední příruby od překládacího šneku;  
vpravo – náhrada zatížení od podlahového šneku v jednom z míst uložení)*

### 9.2.3 NÁHRADA RÁMU PODVOZKU VČETNĚ OJE

Na základě toho, že rám podvozku s ojí nemá být součástí pevnostní analýzy, je i v tomto případě využito určitých náhrad (viz *Obr. 43*), přes které jsou přenášeny účinky zvoleného pneumatického odpružení.

Jednotlivé příčné a podélné profily rámu jsou nahrazeny pomocí prvků Beam s průřezem odpovídajícím skutečným profilům. K hlavním podélným profilům je připojena oj, kterou reprezentuje prvek Discrete Tie směřující do bodu, kde je umístěna závěsná hlava. Spojení velkoobjemové násypky a rámu podvozku je provedeno ve čtyřech uzlech taktéž za využití prvku Discrete Tie. Ke zmíněným náhradám byla přiřazena vlastnost Rigid, což znamená, že se jedná o absolutně tuhé prvky.

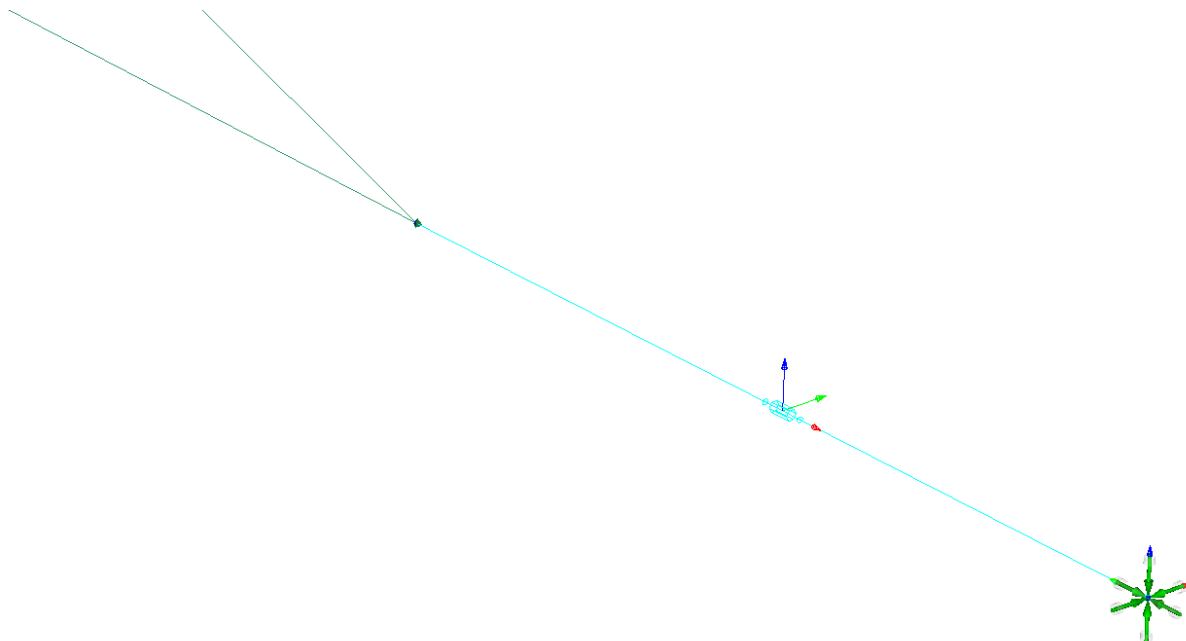




Obr. 43 Náhrada rámu podvozku včetně oje

#### 9.2.4 NÁHRADA ZÁVĚSNÉ HLAVY

Náhrada závěsné hlavy (viz Obr. 44) je provedena prvkem Rigid Link, který spojuje dva uzly. V koncovém uzlu jsou poté umístěny dvě vazby Constraint zamezující translačním pohybům v určitých směrech. První vazba zamezuje translačním pohybům ve všech třech osách, zatímco druhá zmiňovaná vazba Constraint povoluje translační pohyb v podélném směru (ve směru pohybu překládacího vozu).



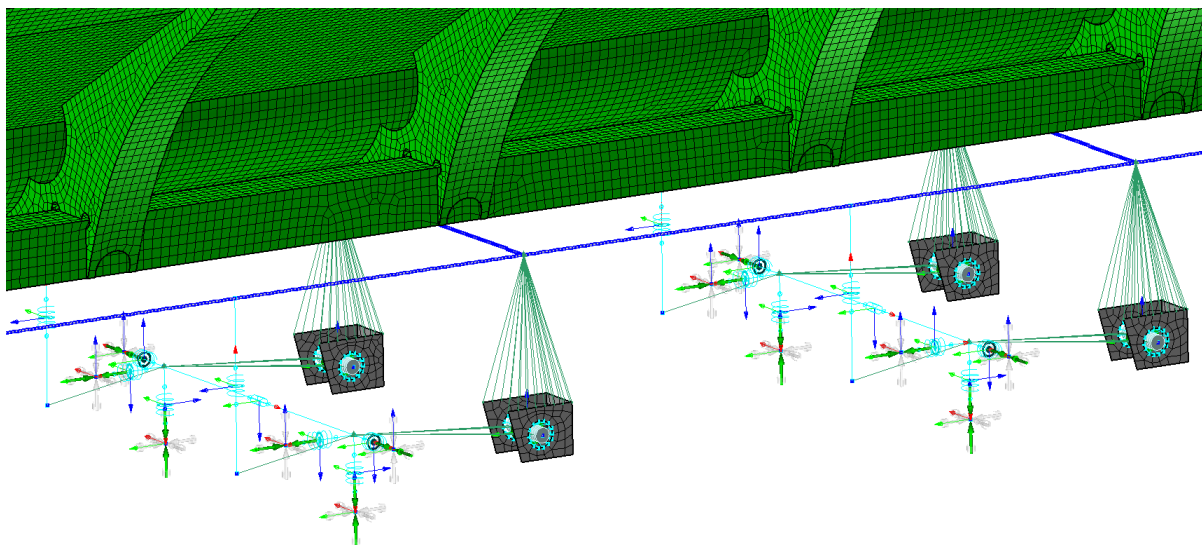
Obr. 44 Náhrada závěsné hlavy

### 9.2.5 NÁHRADA PNEUMATICKÉHO ODPRUŽENÍ A NÁPRAV

Pneumatické odpružení a nápravy jsou celky zvolené z katalogů daných výrobců, z čehož plyne, že jejich modely nejsou součástí pevnostní analýzy. I přes zmíněný fakt je však provedena náhrada těchto celků (viz *Obr. 45*) zahrnující řadu prvků a vazeb, které jsou blíže specifikovány v následujícím popisu.

Z původního modelu pneumatického odpružení byly částečně ponechány pouze konzoly, které jsou reprezentovány jejich střednicemi. Konzoly slouží k uložení čepu, který je nahrazen prvkem Beam spojeným s konzolami vazbou Revolute umožňující rotaci kolem vlastní osy (osy čepu). Konzoly jsou pomocí prvku Discrete Tie pevně spojeny s rámem podvozku. Prvkem Discrete Tie jsou nahrazena také ramena odpružení, která jsou na jedné straně připojena k čepu, v podobě prvku Beam s vazbou Revolute, a na druhé straně pomocí prvku Spring, nahrazujícího vzduchový měch, spojena s rámem podvozku. K prvkům Beam a Discrete Tie je přiřazena vlastnost Rigid, což znamená, že se jedná o absolutně tuhé prvky. Nápravy jsou nahrazeny prvkem Rigid Link, který je absolutně tuhý a spojuje jednotlivé náboje. V místě nábojů jsou poté provedeny náhrady pneumatik, které jsou detailněji rozebrány v samostatné podkapitole.

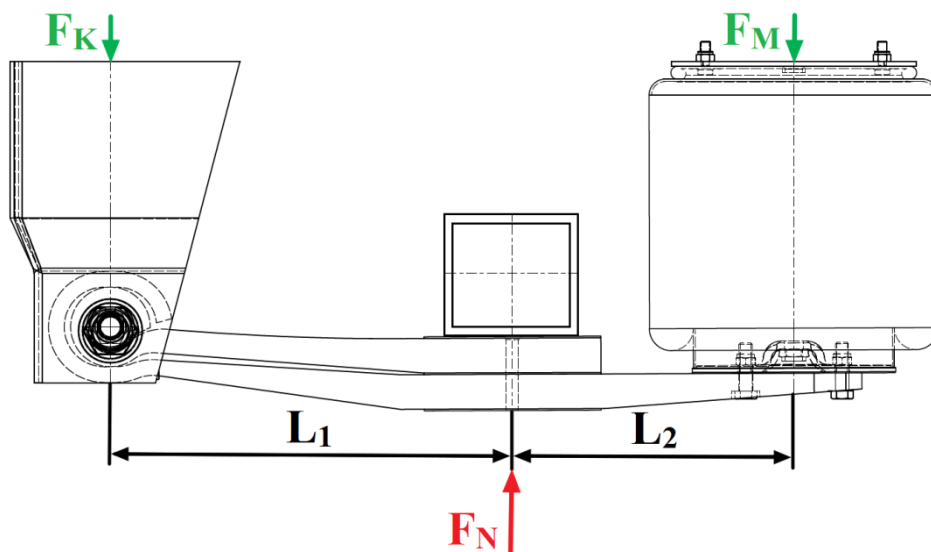
Cílem náhrady pneumatického odpružení je, aby se výsledná deformace projevila stlačením prvku Spring (pružiny), ke kterému je přiřazena určitá hodnota tuhosti stanovená v následující části.



*Obr. 45 Náhrada pneumatického odpružení a náprav*

### VÝPOČET TUHOSTI PRUŽINY NAHRAZUJÍCÍ VZDUCHOVÝ MĚCH

K tomu, aby bylo možné stanovit tuhost pružiny nahrazující vzduchový měch pneumatického odpružení, je nutné nejdříve určit dle zjednodušeného schéma (viz *Obr. 46*) sílu působící na měch.



Obr. 46 Zjednodušené schéma zatížení pneumatického odpružení

$$F_M \cdot (L_1 + L_2) = F_N \cdot L_1 \quad [\text{N} \cdot \text{mm}] \quad (9.1)$$

$$F_M = F_N \cdot \frac{L_1}{L_1 + L_2} = \frac{m_N}{2} \cdot g \cdot \frac{L_1}{L_1 + L_2} \quad [\text{N}] \quad (9.2)$$

$$F_M = \frac{12\,000}{2} \cdot 9,81 \cdot \frac{500}{500 + 350}$$

$$F_M = 34\,623,5 \text{ N}$$

Kde:	$F_M$	[N]	síla působící na měch pneumatického odpružení
	$F_N$	[N]	normálová síla působící od vozovky na pneumatiku
	$g$	$[\text{m} \cdot \text{s}^{-2}]$	tíhové zrychlení
	$L_1$	[mm]	délka od středu čepu konzoly po střed nápravnice, dle [55]
	$L_2$	[mm]	délka od středu nápravnice po střed vzduchového vaku, dle [55]
	$m_N$	[kg]	přípustné zatížení nápravy, dle [55]

V následujícím výpočtu tuhosti pružiny nahrazující vzduchový měch je provedeno po konzultaci s vedoucím diplomové práce určité zjednodušení, na základě kterého byla stanovena hodnota propružení vzduchového měchu jako 5% z celkového propružení.

$$k_M = \frac{F_M}{\Delta h_M} = \frac{F_M}{0,05 \cdot \Delta h_C} \quad [\text{N} \cdot \text{mm}^{-1}] \quad (9.3)$$

$$k_M = \frac{34\,623,5}{0,05 \cdot 95}$$

$$k_M = 7\,289,2 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$$

Kde:	$k_M$	$[\text{N} \cdot \text{mm}^{-1}]$	tuhost pružiny nahrazující vzduchový měch
	$F_M$	[N]	síla působící na měch pneumatického odpružení, z rovnice (9.2)
	$\Delta h_C$	[mm]	celkové propružení, dle [55]
	$\Delta h_M$	[mm]	propružení vzduchového měchu

### 9.2.6 NÁHRADA PNEUMATIK

Pneumatiky jsou ve výpočtovém modelu nahrazeny prvky Spring umístěnými ve třech různých směrech (viz *Obr. 47*). Tyto prvky jsou na jedné straně připojeny v místě nábojů a na druhé straně mají umístěnou vazbu Constraint, která vždy zamezuje posuvu v dané ose pružiny.

Na základě údajů z katalogu od výrobce Mitas Tyres [58] je výpočtem stanovena tuhost pružin nahrazujících zvolené pneumatiky s označením Agriterra 02. Tato tuhost je poté přiřazena k prvkům Spring reprezentujícím náhradu pneumatik.

#### VÝPOČET TUHOSTI PRUŽIN NAHRAZUJÍCÍCH PNEUMATIKY

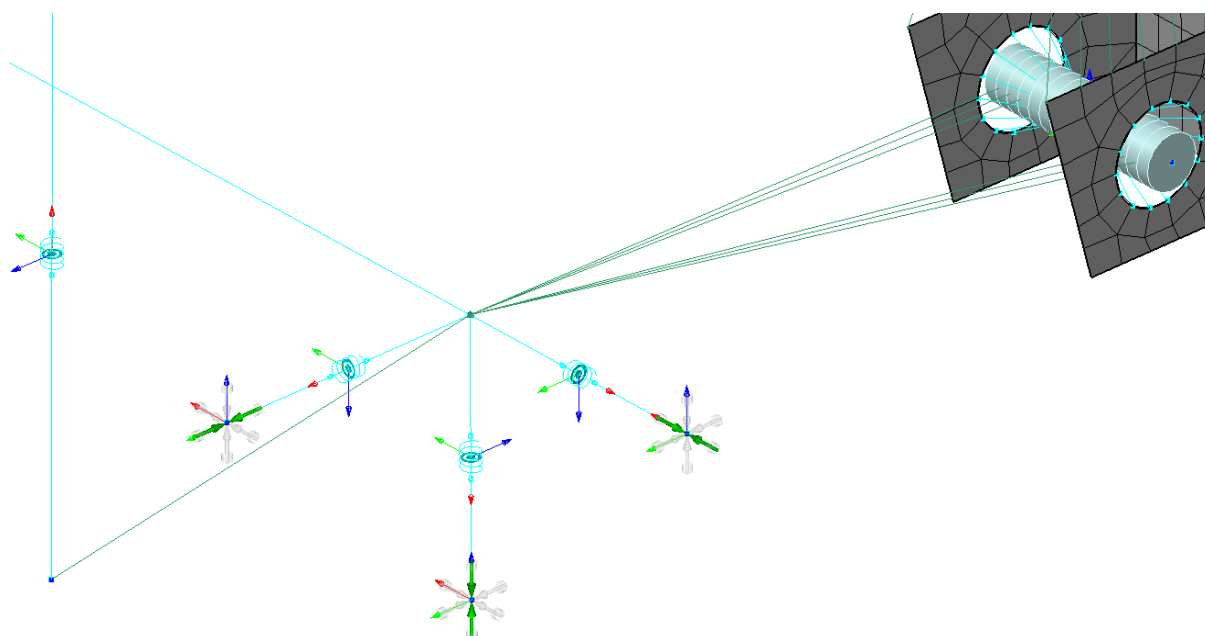
Výpočet tuhosti pružin nahrazujících zvolené pneumatiky je založen na nosnosti pneumatiky a rozdílu poloměru pneumatiky v nezátíženém a zatíženém stavu.

$$k_p = \frac{m_{np} \cdot g}{\Delta R_s} \quad [\text{N} \cdot \text{mm}^{-1}] \quad (9.4)$$

$$k_p = \frac{6\,700 \cdot 9,81}{69}$$

$$k_p = 952,6 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$$

Kde:	$k_p$	$[\text{N} \cdot \text{mm}^{-1}]$	tuhost pružin nahrazujících pneumatiky
	$m_{np}$	$[\text{kg}]$	nosnost pneumatiky, dle [58]
	$g$	$[\text{m} \cdot \text{s}^{-2}]$	tíhové zrychlení
	$\Delta R_s$	$[\text{mm}]$	rozdíl poloměru nezátížené a zatížené pneumatiky, dle [58]



*Obr. 47 Náhrada pneumatiky*

### 9.3 OKRAJOVÉ PODMÍNKY ZÁTĚŽNÝCH STAVŮ

Při všech zátěžných stavech je nutné mít správně zvolené okrajové podmínky zahrnující například různá zatížení, která při těchto stavech vznikají. Součástí okrajových podmínek je i nastavení omezujících vazeb charakterizujících daný stav.

#### 9.3.1 STATICKÁ POLOHA

Ve statické poloze, čímž se rozumí stání nebo jízda přímým směrem s konstantní rychlostí, působí na konstrukci překládacího vozu pouze tíhové zrychlení ( $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ), na základě kterého jsou vnitřní stěny velkoobjemové násypky zatíženy dle vzorce pro hydrostatický tlak. Na závěsné hlavě je použita vazba Constraint, která zamezuje translačním pohybům ve všech směrech, přičemž pohyb náprav je omezen v příčném a svislém směru za využití vazeb Constraint a prvků Spring.

#### 9.3.2 AKCELERACE

Při akceleraci působí na konstrukci překládacího vozu mimo tíhové zrychlení ( $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ) také zrychlení ve směru jízdy ( $a_A = 4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ), které vyvolává tlak na zadní čelo velkoobjemové násypky (viz podkapitola 8.2.2). Vazba Constraint, umístěná na závěsné hlavě, zamezuje translačním pohybům ve všech směrech, zatímco nápravy mají prostřednictvím vazeb Constraint a prvků Spring omezený pohyb v příčném a svislém směru.

#### 9.3.3 BRZDĚNÍ TRAKTORU

Při tomto zátěžném stavu působí na konstrukci překládacího vozu tíhové zrychlení ( $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ) a zrychlení proti směru jízdy ( $a_{BT} = 4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ) vyvolávající tlak na přední čelo velkoobjemové násypky (viz podkapitola 8.3.2). Na závěsné hlavě je za využití vazby Constraint zamezeno translačním pohybům ve všech směrech. Pohyb náprav je omezen kombinací vazeb Constraint a prvků Spring v příčném a svislém směru.

#### 9.3.4 BRZDĚNÍ PŘEKLÁDACÍHO VOZU

Během brzdění překládacího vozu působí na konstrukci tíhové zrychlení ( $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ) a zrychlení proti směru jízdy ( $a_{BV} = 3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ), které vyvolává tlak na přední čelo velkoobjemové násypky (viz podkapitola 8.4.2). V tomto případě je na závěsné hlavě použita vazba Constraint zamezující translační pohyb v příčném a svislém směru, zatímco pohyb náprav je pomocí vazeb Constraint a prvků Spring omezen ve všech směrech.

#### 9.3.5 PRŮJEZD ZATÁČKOU

Při průjezdu zatáčkou působí na konstrukci překládacího vozu mimo tíhové zrychlení ( $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ) také příčné zrychlení ( $a_P = 0,5\cdot g$ ) vyvolávající tlak na bočnici velkoobjemové násypky (viz podkapitola 8.5.3). Vazba Constraint, umístěná na závěsné hlavě, zamezuje translačním pohybům ve všech směrech. Pohyb náprav je omezen za využití vazeb Constraint a prvků Spring v příčném a svislém směru.

## 10 VÝPOČET MEZNÍCH STAVŮ ÚNOSNOSTI

Konstrukce velkoobjemové násypky je navržena z vysokopevnostních ocelí typu MC a konstrukční nelegované oceli S355J2. Pro zmíněné materiály jsou vypočítány na základě jejich meze kluzu příslušné mezní stavy únosnosti. Výpočet mezních stavů únosnosti odpovídá normě ČSN EN 1993-1-1 (dříve ČSN 73 1401) [4].

### 10.1 VYSOKOPEVNOSTNÍ OCEL S600MC

Použitá vysokopevnostní ocel s označením S600MC tvoří žebra a výztužné prvky konstrukce násypky. Za využití hodnoty meze kluzu již zmiňovaného materiálu je proveden výpočet návrhové pevnosti, která slouží jako mezní hodnota napětí při vyhodnocování pevnostní analýzy.

#### 10.1.1 HODNOTA NÁVRHOVÉ PEVNOSTI

$$f_{yd} = \frac{R_e}{\gamma_M} \quad [\text{MPa}] \quad (10.1)$$

$$f_{yd} = \frac{600}{1,15}$$

$$f_{yd} = 521,7 \text{ MPa}$$

Kde:  $R_e$  [MPa] minimální mez kluzu vysokopevnostní oceli S600MC (z *Tab. 15*)  
 $\gamma_M$  [–] součinitel spolehlivosti materiálu, dle [4]

#### 10.1.2 NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_D = \frac{f_{yd}}{k_D} \quad [\text{MPa}] \quad (10.2)$$

$$f_D = \frac{521,7}{1,5}$$

$$f_D = 347,8 \text{ MPa} \approx 348 \text{ MPa}$$

Kde:  $f_{yd}$  [MPa] hodnota návrhové pevnosti, z rovnice (10.1)  
 $k_D$  [–] dynamický součinitel, dle [4]

### 10.2 VYSOKOPEVNOSTNÍ OCEL S460MC

Z vysokopevnostní oceli s označením S460MC jsou vyrobeny čela, bočnice a žlab velkoobjemové násypky. V tomto případě je také nutné provést výpočet návrhové pevnosti materiálu, která je využívána při vyhodnocování.

#### 10.2.1 HODNOTA NÁVRHOVÉ PEVNOSTI

$$f_{yd} = \frac{R_e}{\gamma_M} \quad [\text{MPa}] \quad (10.3)$$



$$f_{yd} = \frac{460}{1,15}$$

$$f_{yd} = 400 \text{ MPa}$$

Kde:  $R_e$  [MPa] minimální mez kluzu vysokopevnostní oceli S460MC (z *Tab. 15*)  
 $\gamma_M$  [-] součinitel spolehlivosti materiálu, dle [4]

### 10.2.2 NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_D = \frac{f_{yd}}{k_D} \quad [\text{MPa}] \quad (10.4)$$

$$f_D = \frac{400}{1,5}$$

$$f_D = 266,7 \text{ MPa} \approx 267 \text{ MPa}$$

Kde:  $f_{yd}$  [MPa] hodnota návrhové pevnosti, z rovnice (10.3)  
 $k_D$  [-] dynamický součinitel, dle [4]

## 10.3 KONSTRUKČNÍ NELEGOVANÁ OCEL S355J2

Konstrukce velkoobjemové násypky zahrnuje i prvky vyrobené z dobře svařitelné konstrukční oceli třídy 11 s označením S355J2 (11 503), pro kterou je taktéž vypočítána návrhová pevnost. V tomto případě se mez kluzu s přibývajícím tloušťkou materiálu snižuje, proto je zde ve výpočtu uvažována minimální hodnota meze kluzu v rozmezí 335 – 355 MPa.

### 10.3.1 HODNOTA NÁVRHOVÉ PEVNOSTI

$$f_{yd} = \frac{R_e}{\gamma_M} \quad [\text{MPa}] \quad (10.5)$$

$$f_{yd} = \frac{335 \div 355}{1,15};$$

$$f_{yd} = 291,3 \div 308,7 \text{ MPa}$$

Kde:  $R_e$  [MPa] minimální mez kluzu pro ocel S355J2 (z *Tab. 15*)  
 $\gamma_M$  [-] součinitel spolehlivosti materiálu, dle [4]

### 10.3.2 NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_D = \frac{f_{yd}}{k_D} \quad [\text{MPa}] \quad (10.6)$$

$$f_D = \frac{291,3 \div 308,7}{1,5}$$

$$f_D = 194,2 \div 205,8 \text{ MPa} \approx 194 \div 206 \text{ MPa}$$

Kde:  $f_{yd}$  [MPa] hodnota návrhové pevnosti, z rovnice (10.5)  
 $k_D$  [-] dynamický součinitel, dle [4]

## 11 MKP ANALÝZA NAVRŽENÉ KONSTRUKCE NÁSYPKY

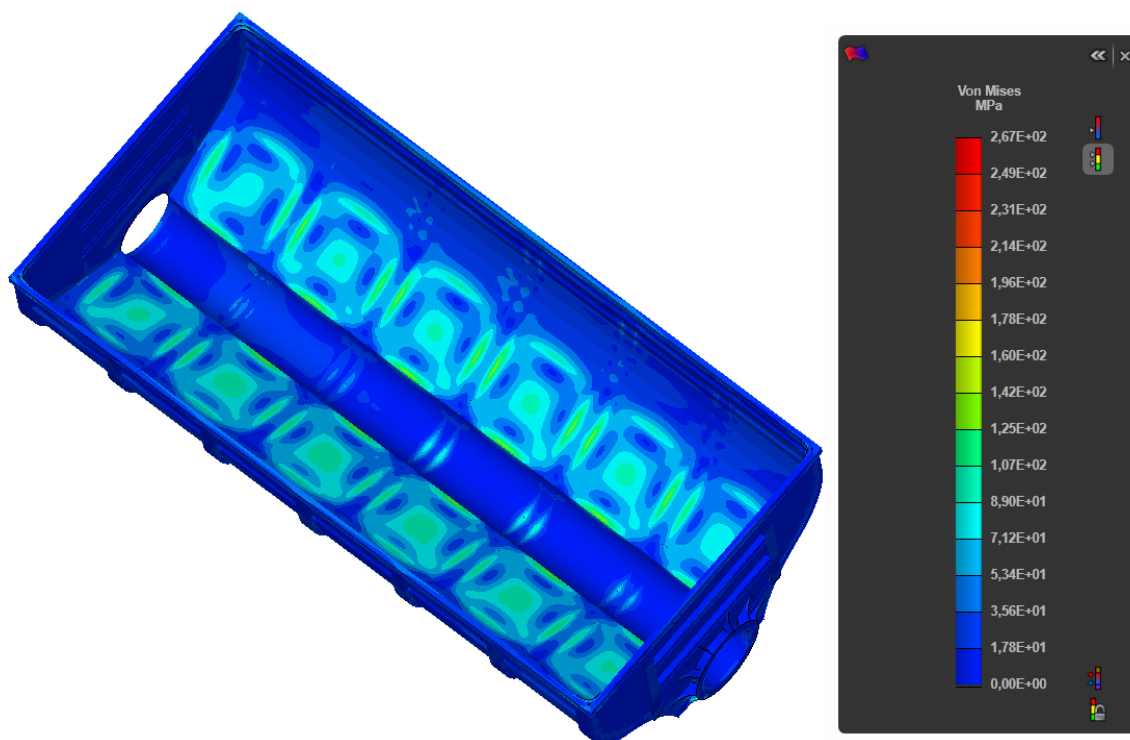
Při pevnostní analýze bylo kontrolováno pět zátěžných stavů, které jsou blíže specifikovány již v předchozích kapitolách. Stavby napjatosti jsou určeny dle teorie HMH v softwaru MSC Apex Jaguar, kde se tato teorie nazývá Von Mises. Výsledky pevnostní analýzy jsou porovnávány s mezními hodnotami vypočítanými v předchozí kapitole a z hlediska deformací jsou zobrazeny v nedeformovaném stavu.

K vyhodnocování je ještě vhodné zmínit, že skořepinový model neobsahuje určité technologické prvky (zaoblení, sražení, svary apod.), z čehož plyne, že v některých místech mohou vznikat tzv. špičková napětí. V takových případech je nutné sledovat napětí v okolí těchto špiček a podle toho vyhodnotit, jaká napětí se v daných místech skutečně nacházejí.

Na základě toho, že umístění jak mechanicky, tak i pneumaticky odpružených náprav je vzhledem k univerzálnímu rámu stroje totožné, lze předpokládat, že rozložení napětí na velkoobjemové násypce bude stejné u obou způsobů odpružení. S ohledem na tento předpoklad je u analyzovaného modelu násypky provedena náhrada pouze pneumaticky odpružených náprav.

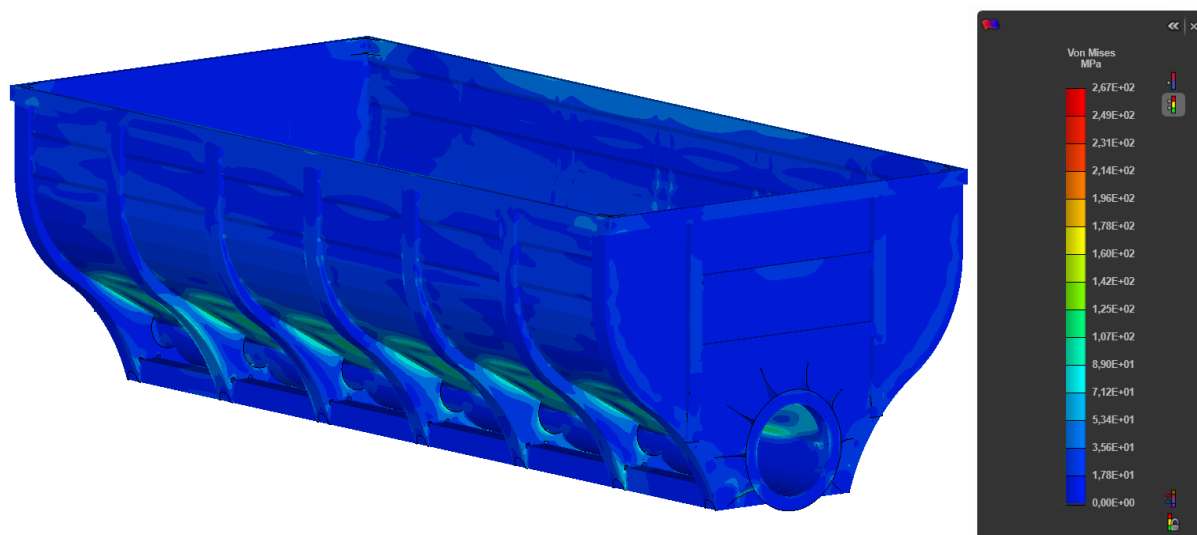
### 11.1 STATICKÁ POLOHA

Výsledky dokládají, že při statické poloze hodnoty vzniklých napětí nepřesahují vypočítané hodnoty mezních stavů únosnosti z předchozí kapitoly. Nejvyšší napětí vznikají v šikmé oblasti bočnic násypky (viz Obr. 48). Během tohoto stavu nedochází ke vzniku špičkových napětí, na základě kterých by bylo nutné blíže zkoumat okolí daných míst.



Obr. 48 Napětí – HMH (top, bottom), konstrukce násypky – statická poloha, stupnice 0 – 267 MPa, nedeformovaný model

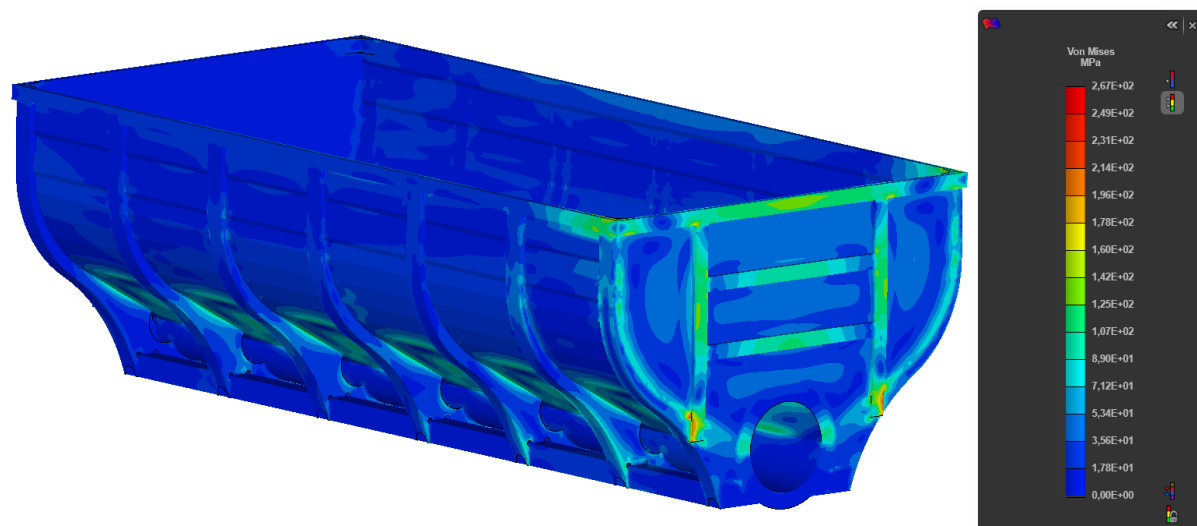
Vzhledem k tomu, že se jedná o stav, při kterém nepůsobí kromě tíhového žádné další příčné nebo podélné zrychlení, tak lze pozorovat, že na předním a zadním čele nebo případně v horní části bočnic (viz Obr. 49) nevznikají vyšší napětí, jako je tomu při ostatních zátěžných stavech.



Obr. 49 Napětí – HMH (top, bottom), konstrukce násypky – statická poloha, stupnice 0 – 267 MPa, nedeformovaný model

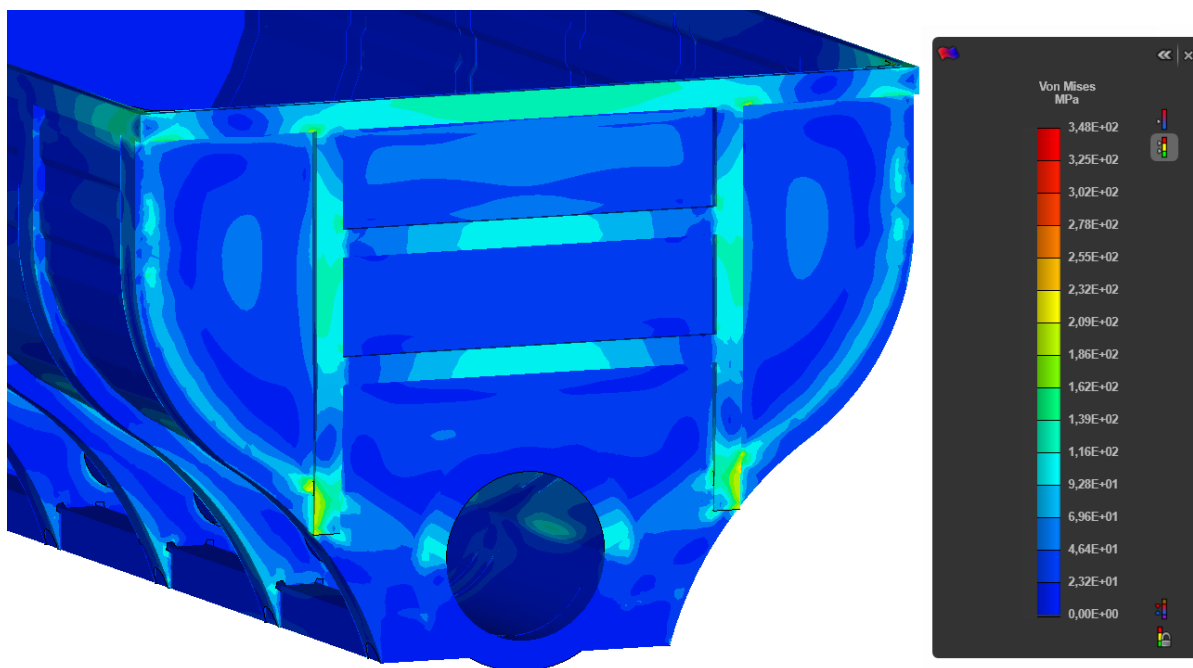
## 11.2 AKCELERACE

Při tomto zátěžném stavu hodnoty vzniklých napětí nepřesahují vypočítané hodnoty mezních stavů únosnosti. V oblasti zadního čela (viz Obr. 50) vznikají vlivem zrychlení ve směru jízdy vyšší hodnoty napětí v oblasti horního lemu a výztuh.



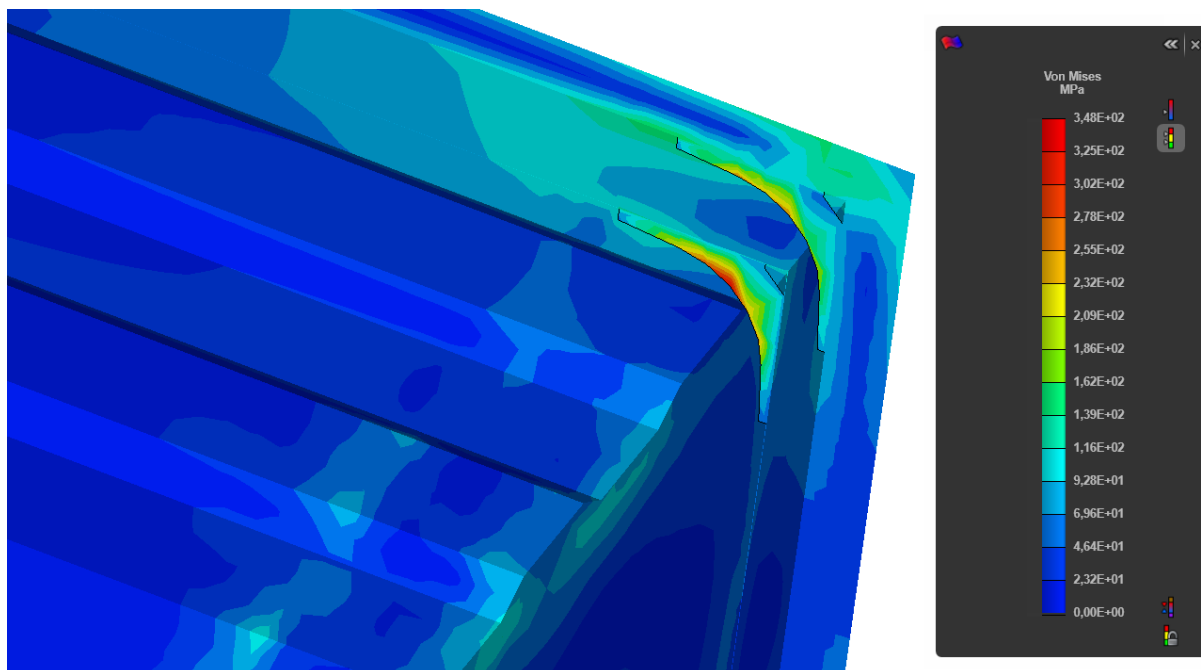
Obr. 50 Napětí – HMH (top, bottom), konstrukce násypky – akcelerace, stupnice 0 – 267 MPa, nedeformovaný model

Na horním lemu násypky lze pozorovat, že přepravované komodity způsobují při tomto stavu vyšší napětí v jeho střední části (viz Obr. 51). Ve spodní části výztužných plechů zadního čela vznikají při dané jemnosti síť napětí dosahující hodnot přibližně 232 MPa. Tyto výztužné plechy jsou vyrobeny z kvalitnějšího vysokopevnostního materiálu S600MC, pro který byla vypočítána hodnota mezního stavu únosnosti 348 MPa.



*Obr. 51 Napětí – HMM (top, bottom), konstrukce nasyvky – akcelpace, stupnice 0 – 348 MPa, nedeformovaný model*

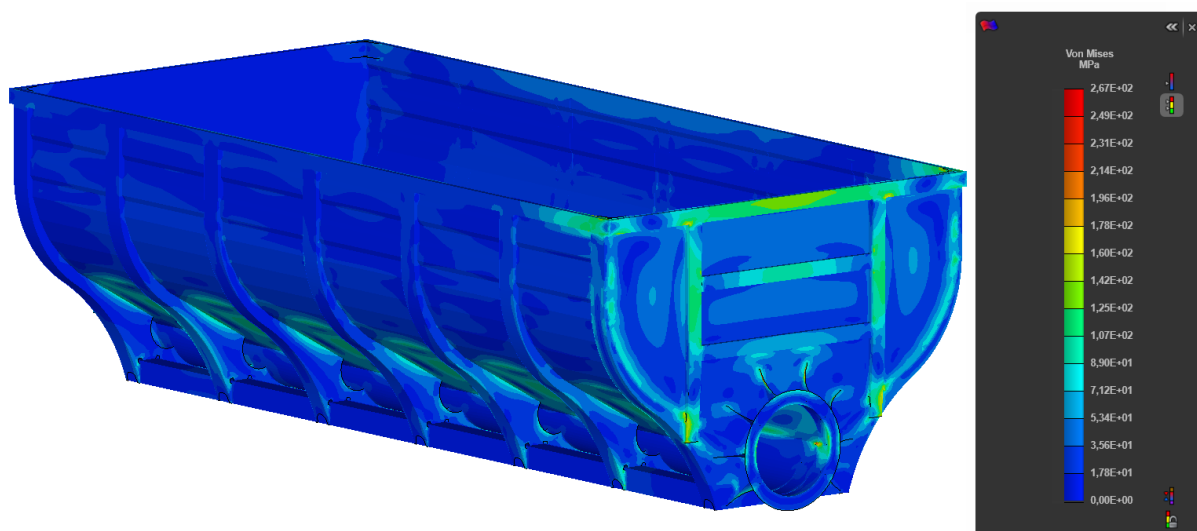
V důsledku toho, že rohy v oblasti horního lemu lze definovat jako velmi tuhá místa, vznikají v těchto oblastech vyšší hodnoty napětí. Na základě tohoto faktu jsou v již zmíněných rozích umístěna žebra přenášející napětíovou špičku z oblastí lemu na svoji zaoblenou část. (viz Obr. 52). Na těchto výztužných žebrech dochází ke vzniku napětí o maximální hodnotě 333 MPa, přičemž hodnota mezního stavu únosnosti jejich materiálu je 348 MPa.



*Obr. 52 Napětí – HMM (top, bottom), konstrukce nasyvky – akcelpace, stupnice 0 – 348 MPa, nedeformovaný model*

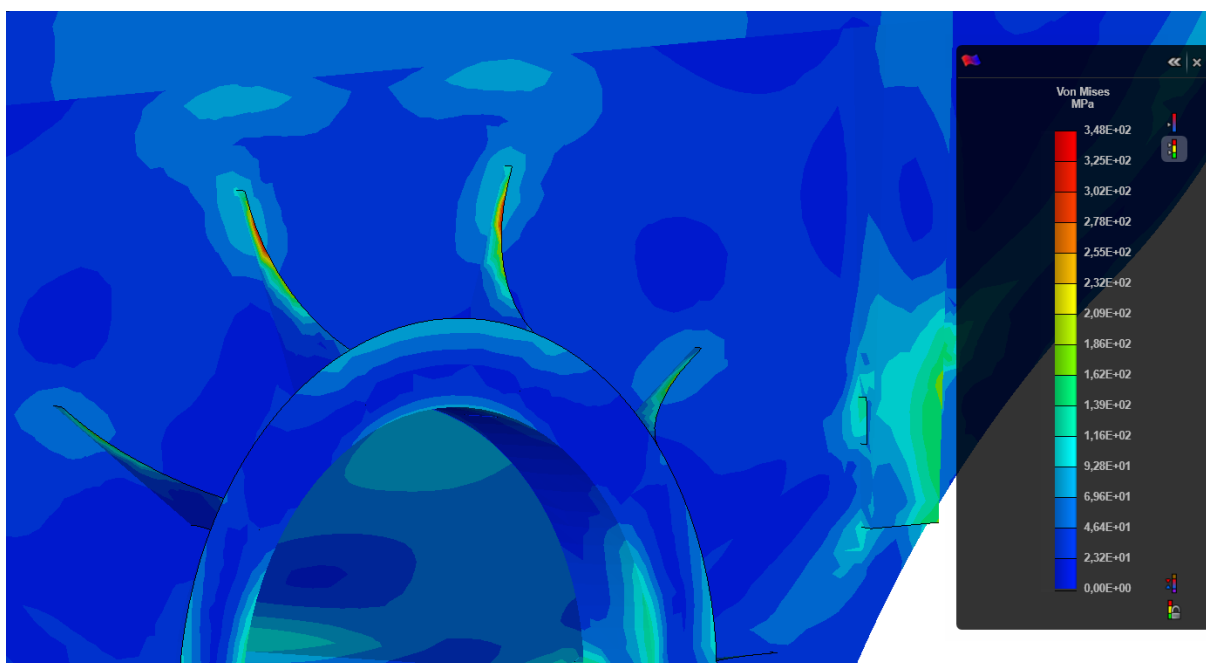
### 11.3 BRZDĚNÍ TRAKTORU

Výsledky dokládají, že během brzdění traktoru hodnoty vzniklých napětí nepřesahují vypočítané hodnoty mezních stavů únosnosti. Vlivem vzniklého zrychlení proti směru jízdy překládacího vozu dochází ke vzniku vyšších napětí v oblasti předního čela násypky (viz Obr. 53).



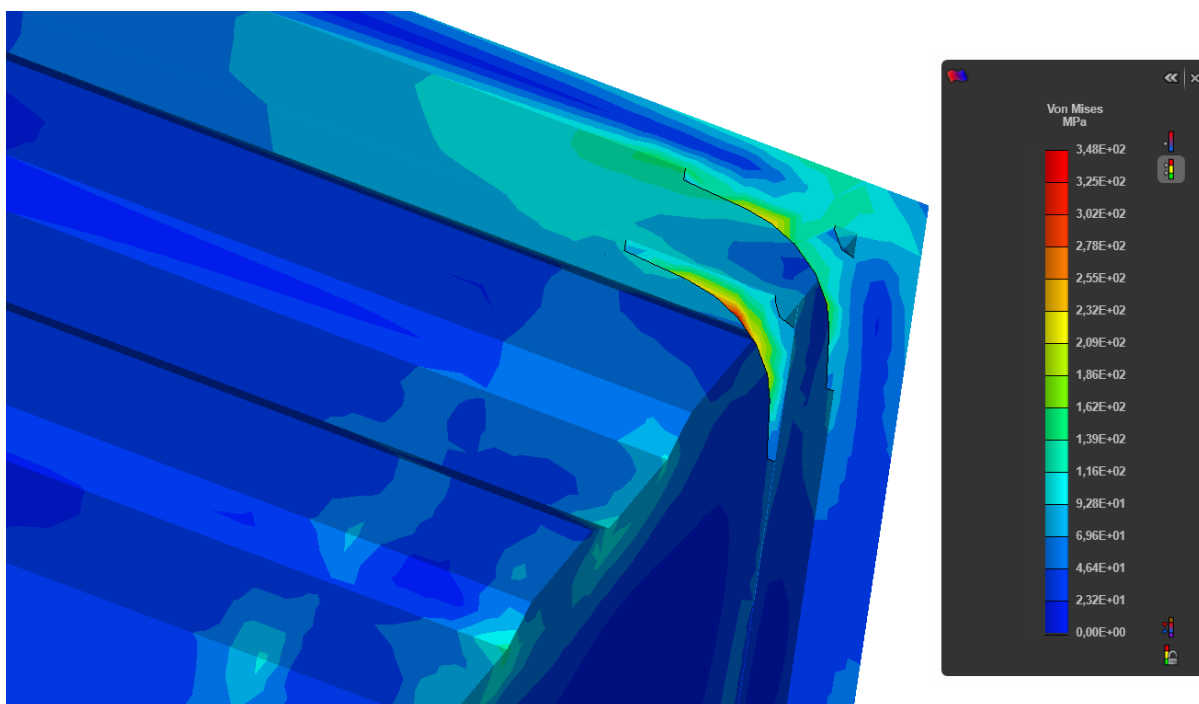
Obr. 53 Napětí – HMH (top, bottom), konstrukce násypky – brzdění traktoru, stupnice 0 – 267 MPa, nedeformovaný model

V oblasti žeber přední příruby (viz Obr. 54), kde je umístěn překládací šnekový dopravník, vznikají napětí, jejichž maximální hodnota dosahuje 300 MPa. Cílem již zmiňovaných žeber je dostat napětíovou špičku mimo stěnu předního čela násypky, což tyto prvky splňují v plném rozsahu. Hodnota mezního stavu únosnosti pro materiál žeber je 348 MPa.



Obr. 54 Napětí – HMH (top, bottom), konstrukce násypky – brzdění traktoru, stupnice 0 – 348 MPa, nedeformovaný model

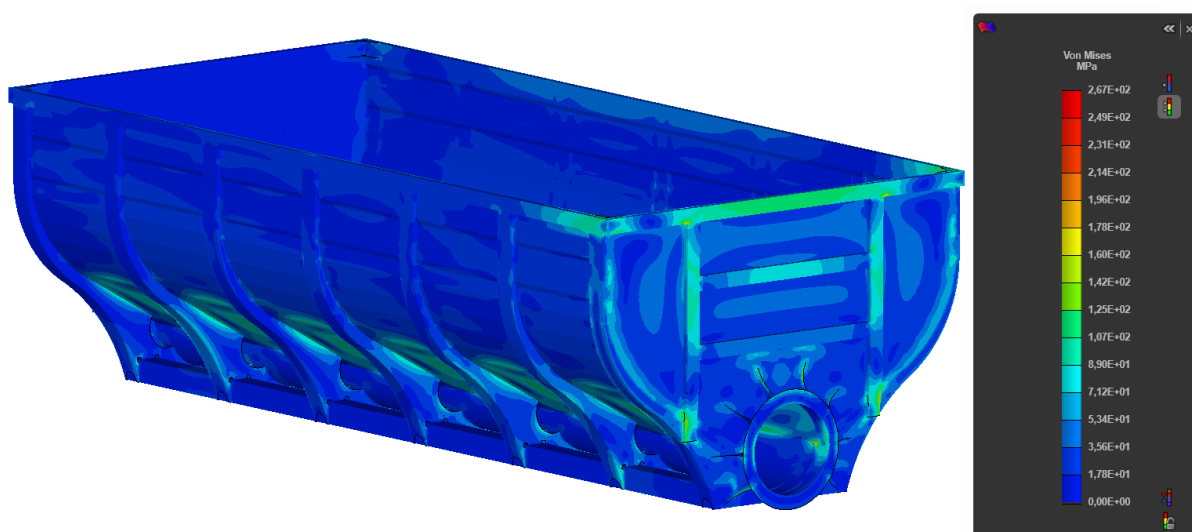
Podobně jako při akceleraci dochází i při brzdění traktoru ke vzniku vyšších hodnot napětí v oblasti rohů horního lemu násyvky (viz *Obr. 55*). Tento problém řeší žebra, která plní naprosto stejnou funkci jako v předešlých zmíněných případech.



*Obr. 55 Napětí – HMH (top, bottom), konstrukce násyvky – brzdění traktoru, stupnice 0 – 348 MPa, nedeformovaný model*

## 11.4 BRZDĚNÍ PŘEKLÁDACÍHO VOZU

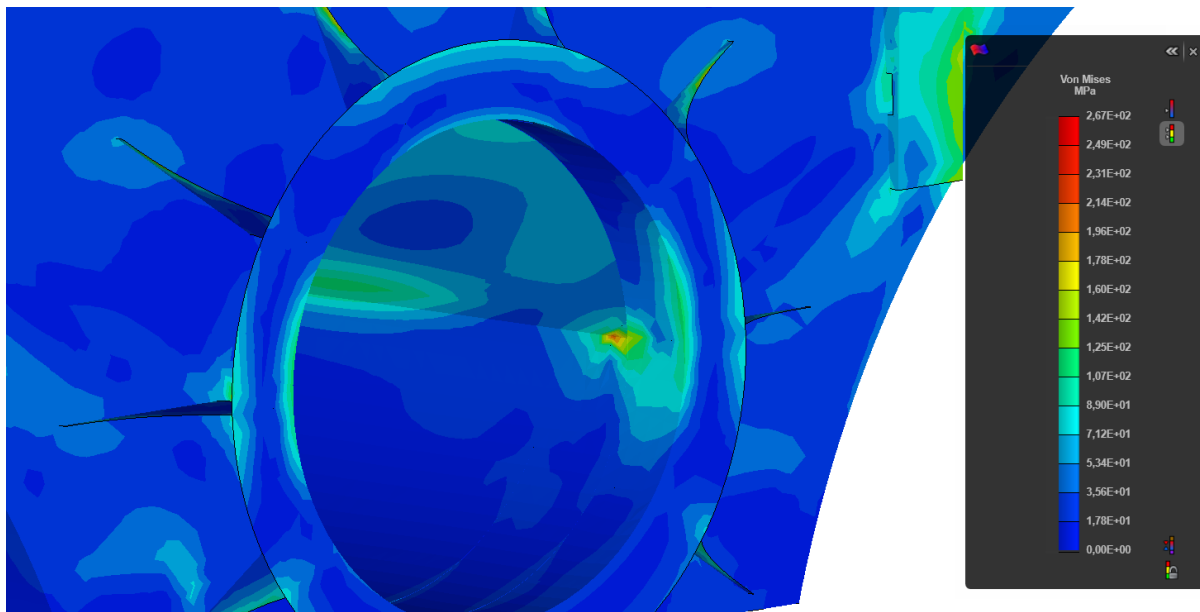
Při brzdění překládacího vozu hodnoty vzniklých napětí nepřesahují vypočítané hodnoty mezních stavů únosnosti. Vzhledem k tomu, že se jedná o stav, který je velmi blízký předchozímu stavu, tak i v tomto případě je více namáhána stěna předního čela (viz *Obr. 56*).



*Obr. 56 Napětí – HMH (top, bottom), konstrukce násyvky – brzdění překládacího vozu, stupnice 0 – 267 MPa, nedeformovaný model*



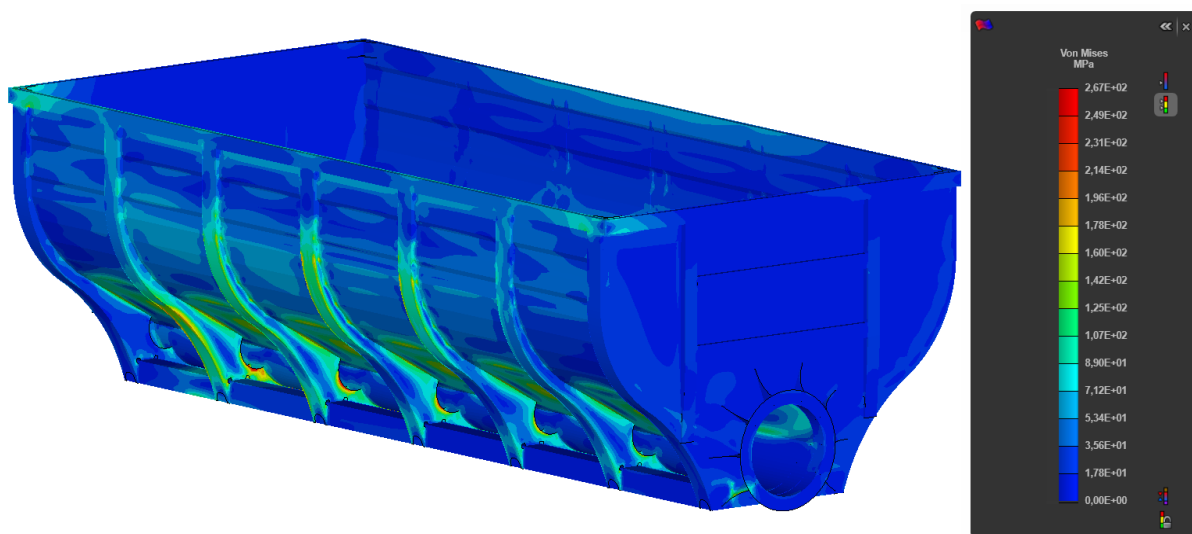
V místě, kde se schází žlab, bočnice a stěna předního čela, dochází ke vzniku vyšší hodnoty napětí (viz *Obr. 57*). Jedná se o napěťovou špičku zapříčiněnou geometrií daného místa, přičemž přesnou hodnotu napětí nelze určit, protože se tato hodnota bude měnit dle zvolené jemnosti sítě. Maximální hodnoty vzniklých napětí při dané jemnosti sítě dosahují přibližně 231 MPa, přičemž hodnota mezního stavu únosnosti příslušného materiálu je 267 MPa.



*Obr. 57 Napětí – HMM (top, bottom), konstrukce násypky – brzdění překládacího vozu, stupnice 0 – 267 MPa, nedeformovaný model*

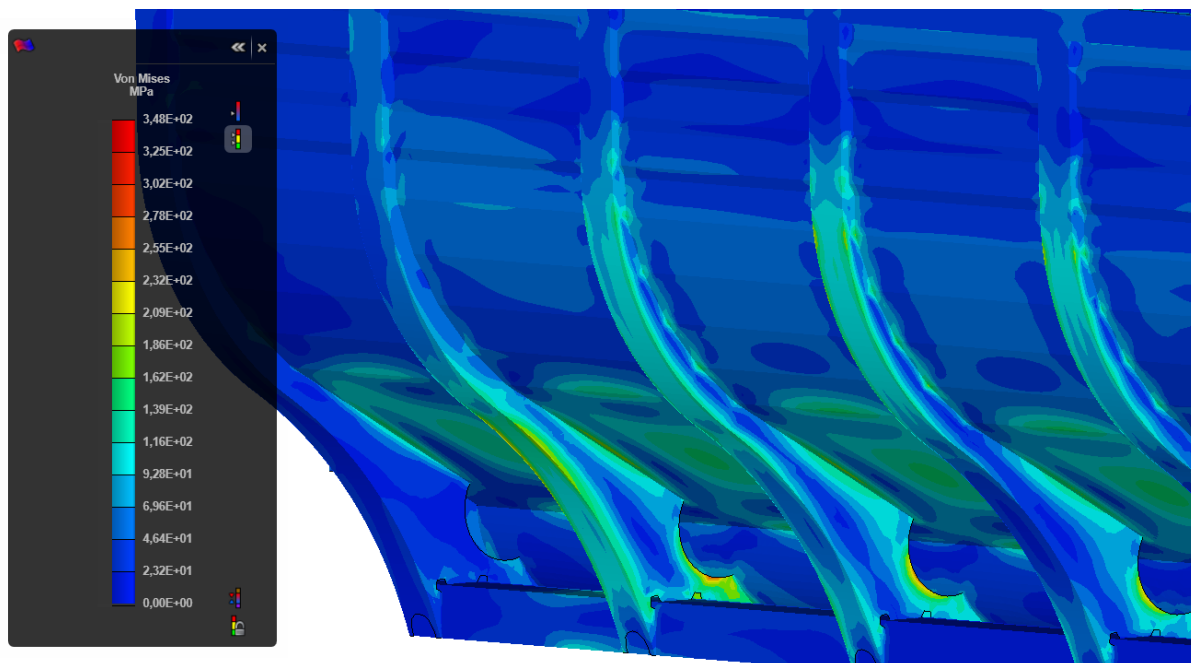
## 11.5 PRŮJEZD ZATÁČKOU

Během průjezdu zatáčkou hodnoty vzniklých napětí nepřesahují vypočítané hodnoty mezních stavů únosnosti. Na základě působícího příčného zrychlení lze pozorovat, že v oblasti bočních žebér a bočnice násypky dochází k vyššímu zatížení (viz *Obr. 58*).



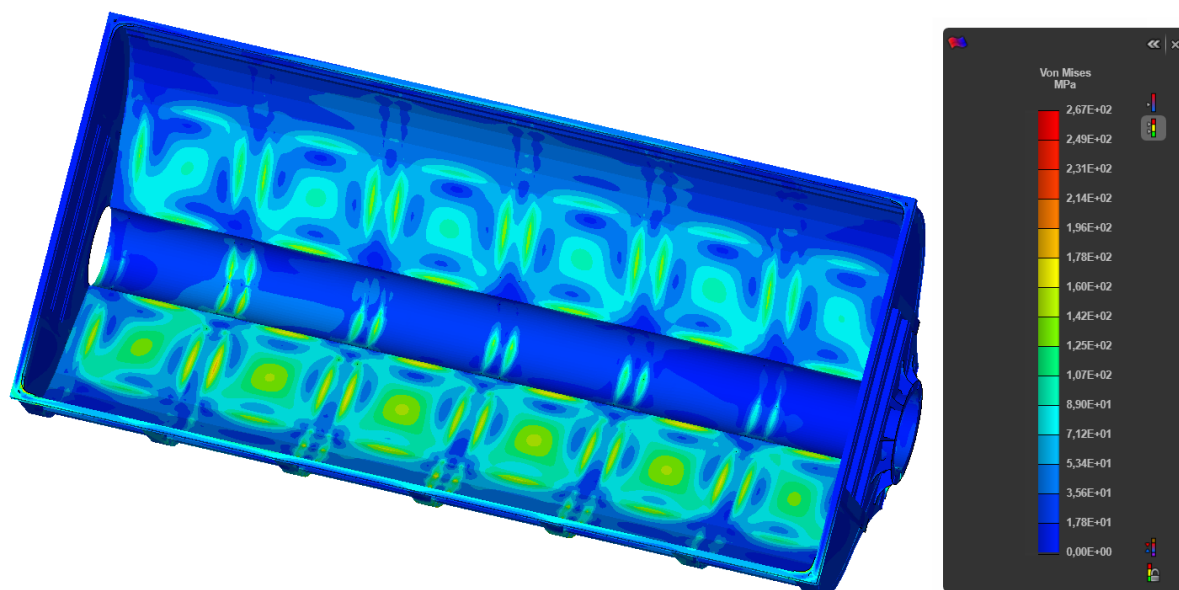
*Obr. 58 Napětí – HMM (top, bottom), konstrukce násypky – průjezd zatáčkou, stupnice 0 – 267 MPa, nedeformovaný model*

Vzhledem k tomu, že místa, kde se scházejí boční žebra, žlab a stěna bočnice nasyvky jsou obecně brána jako velice tuhá, je na základě tohoto faktu v jednotlivých žebrech vykousnutí, které zlepšuje vlastnosti a chování celé konstrukce nasyvky (viz Obr. 59). V těchto místech dochází ke vzniku napětí o maximální hodnotě 302 MPa, přičemž hodnota mezního stavu únosnosti materiálu žebra je 348 MPa.



Obr. 59 Napětí – HMH (top, bottom), konstrukce nasyvky – průjezd zatáčkou, stupnice 0 – 348 MPa, nedeformovaný model

Přepravované komodity při průjezdu zatáčkou vytvářejí vyšší hodnoty napětí v celé jedné polovině konstrukce nasyvky, přičemž tento fakt lze vypočítat především v šikmé části bočnice (viz Obr. 60).



Obr. 60 Napětí – HMH (top, bottom), konstrukce nasyvky – průjezd zatáčkou, stupnice 0 – 267 MPa, nedeformovaný model

## ZÁVĚR

Předmětem této diplomové práce byl konstrukční návrh překládacího vozu určeného pro žňové práce v zemědělství. Při tvorbě návrhu byly dodrženy jak veškeré zadané technické parametry, tak také konstrukční a legislativní požadavky dané zadáním. Hlavním cílem a zároveň výstupem celé práce bylo provedení pevnostní analýzy velkoobjemové násypky překládacího vozu.

Úvodní kapitoly se věnovaly shrnutí zadání práce, stručné rešerši dané problematiky a legislativním požadavkům, které bylo nutné zohlednit při navrhování stroje. Zmíněná rešeršní část zahrnuje základní koncepční rozdělení překládacích vozů a výběr dostupné překládací techniky na současném trhu. Závěrem této rešerše bylo provedeno zhodnocení technických parametrů zahrnující parametry vybraných překládacích vozů a vlastního návrhu.

V následující části byla představena konstrukce vlastního návrhu, včetně popisu jednotlivých konstrukčních celků, volby odpružení, náprav, pneumatik nebo také uvedení zvolených materiálů a dalších prvků, které se vyskytují na překládacím voze. Součástí celkového návrhu jsou i dílčí návrhy pohonu a šnekových dopravníků včetně výpočtu výkonnosti, které byly taktéž uvedeny v této části práce.

Poslední část práce byla věnována rozboru sil působících na překládací vůz, přípravě modelu velkoobjemové násypky pro MKP analýzu, výpočtu mezních stavů únosnosti a v neposlední řadě také samotnému vyhodnocení pevnostní analýzy. Jako kontrolované zátěžné stavy byly zvoleny statická poloha, akcelerace, brzdění traktoru, brzdění překládacího vozu a průjezd zatáčkou. Na základě výsledků pevnostní analýzy byly všechny zmíněné stavy vyhodnoceny jako vyhovující, protože při žádném z nich nedošlo k překročení hodnot mezních stavů únosnosti, které byly vypočítány pro zvolené materiály konstrukce velkoobjemové násypky.

Na závěr celé práce byla provedena částečná výkresová dokumentace zahrnující výkres celkové sestavy překládacího vozu, výkres podsestavy velkoobjemové násypky a také vybrané dílenské výrobní výkresy.

## POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] GAJDŮŠEK, J; ŠKOPÁN, M. *Teorie dopravních a manipulačních zařízení. 1. vyd.* Brno: rektorát Vysokého učení technického v Brně, 1988. 277 s.
- [2] PTÁČEK, Petr a Aleš KAPLÁNEK. *Přeprava nákladu v silniční nákladní dopravě.* Brno: CERM, 2002. ISBN 80-720-4257-2.
- [3] Firemní literatura Annaburger
- [4] ČSN EN 1993-1-1: *Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.* Praha: Český normalizační institut, 2006.
- [5] ČSN EN 10149-2 (421090): *Ploché výrobky válcované za tepla z ocelí s vyšší mezí kluzu pro tváření za studena – Část 2: Technické dodací podmínky pro termomechanicky válcované oceli.* Praha: Český normalizační institut, 2013.
- [6] ČSN EN 10025-2 (420904): *Výrobky válcované za tepla z konstrukčních ocelí – Část 2: Technické dodací podmínky pro nelegované konstrukční oceli.* Praha: Český normalizační institut, 2020.
- [7] ČSN EN 12195-1: *Zajišťování břemen na silničních vozidlech – Bezpečnost – Část 1: Výpočet zajišťovacích sil.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [8] Vyhláška č. 341/2014 Sb., Vyhláška o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. In: Sbírka zákonů.
- [9] Vyhláška č. 209/2018 Sb., Vyhláška o hmotnostech, rozměrech a spojitelnosti vozidel. In: Sbírka zákonů.
- [10] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 167/2013., Nařízení o schvalování zemědělských a lesnických vozidel a dozoru nad trhem s těmito vozidly, In: Sbírka zákonů.
- [11] Směrnice 96/53/ES, kterou se pro určitá silniční vozidla provozovaná v rámci Společenství stanoví maximální přípustné rozměry pro vnitrostátní a mezinárodní provoz a maximální přípustné hmotnosti pro mezinárodní provoz.
- [12] Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2015/719, kterou se mění směrnice Rady 96/53/ES, kterou se pro určitá silniční vozidla provozovaná v rámci Společenství stanoví maximální přípustné rozměry pro vnitrostátní a mezinárodní provoz a maximální přípustné hmotnosti pro mezinárodní provoz.
- [13] Překládací vozy pro novou sezónu. *Mechanizaceweb.cz* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://www.mechanizaceweb.cz/prekladaci-vozy-pro-novou-sezonu/>
- [14] Šířka překládacího vozu Fliegl ULW 40 Vario se nastavuje podle toho, zda jede po poli nebo silnici. *Agroportal24h.cz* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/sirka-prekladaciho-vozu-fliegl-ulw-40-vario-se-nastavuje-podle-toho-zda-jede-po-poli-nebo-silnici>

- [15] Logistika u sklízecích mlátiček. *Zemedelec.cz* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://www.zemedelec.cz/logistika-u-sklizecich-mlaticek/>
- [16] Překládací vozy při sklizni obilí. *Mechanizaceweb.cz* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://www.mechanizaceweb.cz/prekladaci-vozy-pri-sklizni-obili/>
- [17] Výměnné systémy nástaveb Multi Land Plus. *CRS-Marketing.cz* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://www.crs-marketing.cz/vymenne-systemy-nastaveb-multi-land-plus/>
- [18] Podvozek univerzální. *ZDT.cz* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://www.zdt.cz/cz/vyroby/vymenny-system-mega-a-grand-super-a-nastavby-na-nakladni-automobily/podvozek-univerzalni>
- [19] Překládací šnekové dopravníky. *Fliegl-Agrartechnik.de* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://fliegl-agrartechnik.de/cs/produkty/vuz-s-vytlacnym-celem/nastavbova-zarizeni-asw/prekladaci-snekove-dopravniky/>
- [20] Vysypání dozadu za sebe. *Prekladacivozy.cz* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://prekladacivozy.cz/proc-perard/vysypani-dozadu-za-sebe/>
- [21] Doprava a půda v zemědělství. *Mechanizaceweb.cz* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://www.mechanizaceweb.cz/doprava-a-puda-v-zemedelstvi/>
- [22] Ueber uns. *Hawe-Wester.de* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://www.hawe-wester.de/ueber-uns/>
- [23] Dopravní technika Hawe. *Dagros.cz* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://www.dagros.cz/dopravni-technika-hawe>
- [24] Annaburger. *Annaburger.de* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://www.annaburger.de/de/unternehmen/annaburger>
- [25] Překládací vůz HTS 22.16. *Agrocentrumzs.cz* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://www.agrocentrumzs.cz/produkty/produkty/dopravni-technika/prekladaci-vozy/prekladaci-vozy-annaburger/prekladaci-vuz-hts-2216>
- [26] Unternehmen. *Bergmann-Goldenstedt.de* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://www.bergmann-goldenstedt.de/unternehmen/>
- [27] O nas. *Pronar.pl* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://pronar.pl/o-nas/>
- [28] Wóz Przeladowczy Pronar T 740. *Pronar.pl* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://pronar.pl/produkt/woz-przeladowczy-pronar-t740/>
- [29] Překládací vozy Güstrower na obilí, minerální hnojiva. *CRS-Marketing.cz* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://www.crs-marketing.cz/prekladaci-vozy-gustrower-na-obili-mineralni-hnojiva/>
- [30] Chaser Bin. *Guestrower-Landmaschinen.de* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://www.guestrower-landmaschinen.de/en/products/chaser-bin>

- [31] About us. *Grainsaver.com* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://grainsaver.com/about-us/>
- [32] GS-24,5. *Grainsaver.com* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://grainsaver.com/grain-carts/gs-24/>
- [33] O společnosti. *Umega.cz* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://www.umega.cz/o-spolecnosti/>
- [34] GPP 23 – Nosnost 17 000 kg, překládací vůz. *Umega.cz* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://www.umega.cz/gpp23-nosnost-17-000kg-prekladaci-vuz/>
- [35] Pronar trailer T 740. *Pronar.pl* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://pronar.pl/en/produkt/pronar-trailer-t740/>
- [36] Překládací vůz GTW 430. *Pal.cz* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://www.pal.cz/getattachment/34adf59b-7141-494b-a62a-ac229964fdc3/Main-Image?maxsize=1200>
- [37] Překládací vůz GTW 330. *Pal.cz* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://www.pal.cz/getattachment/bd1647c2-5cda-4c18-915c-455eb154adc6/Main-Image?maxsize=1200>
- [38] Překládací vůz GIGANT NP30. *ZDT.cz* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: [https://www.zdt.cz/getattachment/content/gallery/Gigant/IMG\\_1431-Large.JPG.aspx](https://www.zdt.cz/getattachment/content/gallery/Gigant/IMG_1431-Large.JPG.aspx)
- [39] Překládací vůz HTS 22.79. *CRS-Marketing.cz* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://www.crs-marketing.cz/image/category/2580.jpg>
- [40] Překládací vůz WF 25GR. *Westerntrailers.eu* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://westerntrailers.eu/wp-content/uploads/2017/11/Pagrindine-Western-grudu-perkrovimo-puspriekabe-grain-chaser-bin-trailer-grain-reloading-trailer-perkrovimo-priekaba-1.jpg>
- [41] Překládací vůz ULW 3000 T. *Alle-lkw.de* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: [https://www.alle-lkw.de/img/Landmaschine\\_Landwirtschaftlicher\\_Anhaenger\\_Hawe\\_ULW\\_3000\\_T-xxl-7129/7129\\_7498169702748.jpg](https://www.alle-lkw.de/img/Landmaschine_Landwirtschaftlicher_Anhaenger_Hawe_ULW_3000_T-xxl-7129/7129_7498169702748.jpg)
- [42] Překládací vůz HTS 29.16. *CRS-Marketing.cz* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://www.crs-marketing.cz/image/news/8877.jpg>
- [43] Překládací vůz GTU 25. *Iebayimg.com* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: [https://i.ebayimg.com/00/s/MTIwMFgxNjAw/z/xwgAAOSwbqlgE63t/\\$\\_59.JPG](https://i.ebayimg.com/00/s/MTIwMFgxNjAw/z/xwgAAOSwbqlgE63t/$_59.JPG)
- [44] Šnekový překládací adaptér ÜLS 400. *Fliegl-Agrartechnik.de* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: [https://fliegl-agrartechnik.de/fileadmin/\\_processed\\_/a/0/csm\\_ULS400-07\\_e459a7910d.jpg](https://fliegl-agrartechnik.de/fileadmin/_processed_/a/0/csm_ULS400-07_e459a7910d.jpg)
- [45] Překládací vůz Interbenne 25. *Prekladacivozy.cz* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://prekladacivozy.cz/wp-content/uploads/2020/01/9-6-e1579333454924.jpg>



- [46] Překládací vůz ULW 40 Vario. *Agroportal24h.cz* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/images/resized/2020/01/1024x800-fit/fliegl-ulw-40-track-vario-prekaldaci-vuz-agrozet-5.jpg>
- [47] Překládací vůz ULW 2500. *Prom.ua* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: [https://images.ua.prom.st/1934443634\\_w640\\_h640\\_prichip-perevantazhuvach-zerna-hawe.jpg](https://images.ua.prom.st/1934443634_w640_h640_prichip-perevantazhuvach-zerna-hawe.jpg)
- [48] Překládací vůz HTS 22.16. *Amazon.lv* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://www.amazon.lv/storage/app/uploads/public/5b6/7e6/df6/5b67e6df6081b079900076.jpg>
- [49] Překládací vůz T 740. *Dorker.hu* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://dorker.hu/storage/app/uploads/public/591/e94/3b3/591e943b387c1628241369.jpg>
- [50] Překládací vůz GTU 25. *JRFirby.co.uk* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: [https://jrfirby.co.uk/images/products/chaser-bins/20Gustrower/thumbs/IMG\\_8246\\_1120x630.jpg](https://jrfirby.co.uk/images/products/chaser-bins/20Gustrower/thumbs/IMG_8246_1120x630.jpg)
- [51] Překládací vůz GS-24,5. *Grainsaver.com* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: [https://grainsaver.com/wp-content/uploads/2020/09/gs-24\\_chaser\\_bin\\_DSC\\_0036.jpg](https://grainsaver.com/wp-content/uploads/2020/09/gs-24_chaser_bin_DSC_0036.jpg)
- [52] Překládací vůz GPP 23. *Umegaagro.com* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: [https://umegaagro.com/wp-content/uploads/2018/08/IMG\\_4503-scaled-1024x683.jpg](https://umegaagro.com/wp-content/uploads/2018/08/IMG_4503-scaled-1024x683.jpg)
- [53] Hawe Folder ULW 20s GB. *Dagros.cz* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: [https://www.dagros.cz/media/cache/file/42/HAWE\\_Folder\\_ULW\\_20s\\_GB.pdf](https://www.dagros.cz/media/cache/file/42/HAWE_Folder_ULW_20s_GB.pdf)
- [54] Catalogue 2017. *Sisp-Gearboxes.eu* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://www.sisp-gearboxes.eu/wp-content/uploads/2017/11/catalogue-2017.pdf>
- [55] 2017 Produkt-Katalog DE. *Gigant.com* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: [https://www.gigant.com/fileadmin/media/documents/broschuere/2017\\_Produkt-Katalog\\_DE.pdf](https://www.gigant.com/fileadmin/media/documents/broschuere/2017_Produkt-Katalog_DE.pdf)
- [56] ADR Rigid Axles-Catalogue. *ADRaxles.com* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <http://www.adraxles.com/EN/res/289/ADR---Rigid-Axles---Catalogue.pdf>
- [57] ADR Steering Axles-Catalogue. *ADRaxles.com* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <http://www.adraxles.com/EN/res/294/ADR---Steering-Axles---Catalogue.pdf>
- [58] Mitas Agri 2021 EN Ir. *A.Storyblok.com* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: [https://a.storyblok.com/f/68034/x/e378d0f806/mitas\\_agri\\_2021\\_en\\_lr.pdf](https://a.storyblok.com/f/68034/x/e378d0f806/mitas_agri_2021_en_lr.pdf)
- [59] Volba dopravního řetězu. *Kovos-retezy.cz* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: [http://www.kovos-retezy.cz/data/volba\\_dopravniho.pdf](http://www.kovos-retezy.cz/data/volba_dopravniho.pdf)
- [60] GTW 330/GTW 430. *Bergmann-Goldenstedt.de* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: [https://www.bergmann-goldenstedt.de/fileadmin/user\\_upload\\_cz/Ueberladewagen/GTW\\_330\\_430\\_CZ\\_Prospekt\\_201603\\_lr.pdf](https://www.bergmann-goldenstedt.de/fileadmin/user_upload_cz/Ueberladewagen/GTW_330_430_CZ_Prospekt_201603_lr.pdf)

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

$a_A$	$[m \cdot s^{-2}]$	zrychlení při akceleraci
$a_{BT}$	$[m \cdot s^{-2}]$	zrychlení při brzdění traktoru
$a_{BV}$	$[m \cdot s^{-2}]$	zrychlení při brzdění vozu
$a_P$	$[m \cdot s^{-2}]$	příčné zrychlení při průjezdu zatáčkou
$c_H$	$[-]$	korekční součinitel
$D$	$[m]$	průměr šneku
$F_A$	$[N]$	setrvačná síla vznikající při akceleraci
$F_a$	$[N]$	maximální axiální síla působící na šnek
$F_{BT}$	$[N]$	setrvačná síla vznikající při brzdění traktoru
$F_{BV}$	$[N]$	setrvačná síla vznikající při brzdění vozu
$f_D$	$[MPa]$	návrhová pevnost (zvoleného materiálu)
$F_g$	$[N]$	tíhová síla působící ve statické poloze
$F_M$	$[N]$	síla působící na měch pneumatického odpružení
$F_N$	$[N]$	normálová síla působící od vozovky na pneumatiku
$f_{yd}$	$[MPa]$	hodnota návrhové pevnosti
$F_Z$	$[N]$	odstředivá síla vznikající při průjezdu zatáčkou
$g$	$[m \cdot s^{-2}]$	tíhové zrychlení
$h$	$[m]$	dopravní výška
$k_D$	$[-]$	dynamický součinitel
$k_M$	$[N \cdot mm^{-1}]$	tuhost pružiny nahrazující vzduchový měch
$k_P$	$[N \cdot mm^{-1}]$	tuhost pružin nahrazujících pneumatiky
$L_1$	$[mm]$	délka od středu čepu konzoly po střed nápravnice
$L_2$	$[mm]$	délka od středu nápravnice po střed vzduchového vaku
$l_v$	$[m]$	vodorovná dopravní vzdálenost
$M_h$	$[N \cdot m]$	hnací moment na hřídeli šneku
$m_N$	$[kg]$	přípustné zatížení nápravy
$m_{np}$	$[kg]$	nosnost pneumatiky
$m_u$	$[kg]$	užitečná nosnost
$n$	$[s^{-1}]$	otáčky šneku
$P$	$[W]$	potřebný výkon pro pohon
$p_A$	$[Pa]$	tlak působící na zadní čelo násypky při akceleraci

$p_{BT}$	[Pa]	tlak působící na přední čelo násypky při brzdění traktoru
$p_{BV}$	[Pa]	tlak působící na přední čelo násypky při brzdění vozu
$p_Z$	[Pa]	tlak působící na bočnici násypky při průjezdu zatáčkou
$Q_m$	[kg·s <sup>-1</sup> ]	hmotnostní výkonnost
$Q_{mT}$	[kg·s <sup>-1</sup> ]	teoretická hmotnostní výkonnost
$Q_o$	[m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ]	objemová výkonnost
$Q_{oT}$	[m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ]	teoretická objemová výkonnost
$q_v$	[kg·m <sup>-3</sup> ]	objemová hmotnost pšenice
$R$	[m]	poloměr zatáčky
$R_e$	[MPa]	minimální mez kluzu (zvoleného materiálu)
$R_s$	[m]	účinný poloměr šneku
$s$	[m]	stoupání šneku
$S_B$	[m <sup>2</sup> ]	plocha bočnice
$S_{pč}$	[m <sup>2</sup> ]	plocha předního čela
$S_{Zč}$	[m <sup>2</sup> ]	plocha zadního čela
$t$	[s]	čas potřebný pro přeložení
$t_{max}$	[s]	maximální doba pro přeložení pšenice
$V$	[m <sup>3</sup> ]	přepřavovaný objem
$v$	[m·s <sup>-1</sup> ]	rychlost překládacího vozu
$v_p$	[m·s <sup>-1</sup> ]	rychlost posuvu materiálu
$w$	[-]	globální součinitel odporu
$\alpha$	[°]	úhel stoupání šnekovice
$\gamma_M$	[-]	součinitel spolehlivosti materiálu
$\Delta h_C$	[mm]	celkové propružení
$\Delta h_M$	[mm]	propružení vzduchového měchu
$\Delta R_s$	[mm]	rozdíl poloměru nezatížené a zatížené pneumatiky
$\varphi$	[°]	třecí úhel mezi materiálem a povrchem šnekovice
$\psi$	[-]	součinitel zaplnění průřezu trubky
$\omega$	[s <sup>-1</sup> ]	úhlová rychlost šneku

## SEZNAM PŘÍLOH

<b>Příloha 1</b> – Navržená sestava překládacího vozu – sklopený překládací dopravník	I
<b>Příloha 2</b> – Navržená sestava překládacího vozu – vyklopený překládací dopravník	II
<b>Příloha 3</b> – Napětí HMM (top, bottom), konstrukce násypky – statická poloha	III
<b>Příloha 4</b> – Napětí HMM (top, bottom), konstrukce násypky – akcelerace	IV
<b>Příloha 5</b> – Napětí HMM (top, bottom), konstrukce násypky – brzdění traktoru	V
<b>Příloha 6</b> – Napětí HMM (top, bottom), konstrukce násypky – brzdění překládacího vozu	VI
<b>Příloha 7</b> – Napětí HMM (top, bottom), konstrukce násypky – průjezd zatáčkou	VII
<b>Příloha 8</b> – Porovnání parametrů vybraných překládacích vozů a vlastního návrhu	VIII
<b>Příloha 9</b> – Úhlová převodovka	IX
<b>Příloha 10</b> – Mechanické odpružení	X
<b>Příloha 11</b> – Pneumatické odpružení	XI
<b>Příloha 12</b> – Brzděná náprava	XII
<b>Příloha 13</b> – Řiditelná náprava	XIII
<b>Příloha 14</b> – Pneumatiky	XIV

## SEZNAM SAMOSTATNÝCH PŘÍLOH

Celková sestava překládacího vozu	1–PV–01
Celková sestava překládacího vozu – kusovník	4–K–PV–01
Podsestava velkoobjemové násypky	0–PV–02
Podsestava velkoobjemové násypky – kusovník	4–K–PV–02 (3 listy)
Výkres žebra ustavení násypky	4–PV–03
Výkres úchytu konstrukce dopravníku	4–PV–04

**Příloha 1** – Navržená sestava překládacího vozu – sklopený překládací dopravník

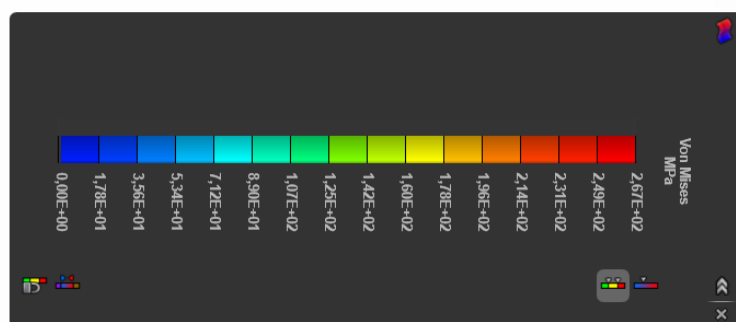
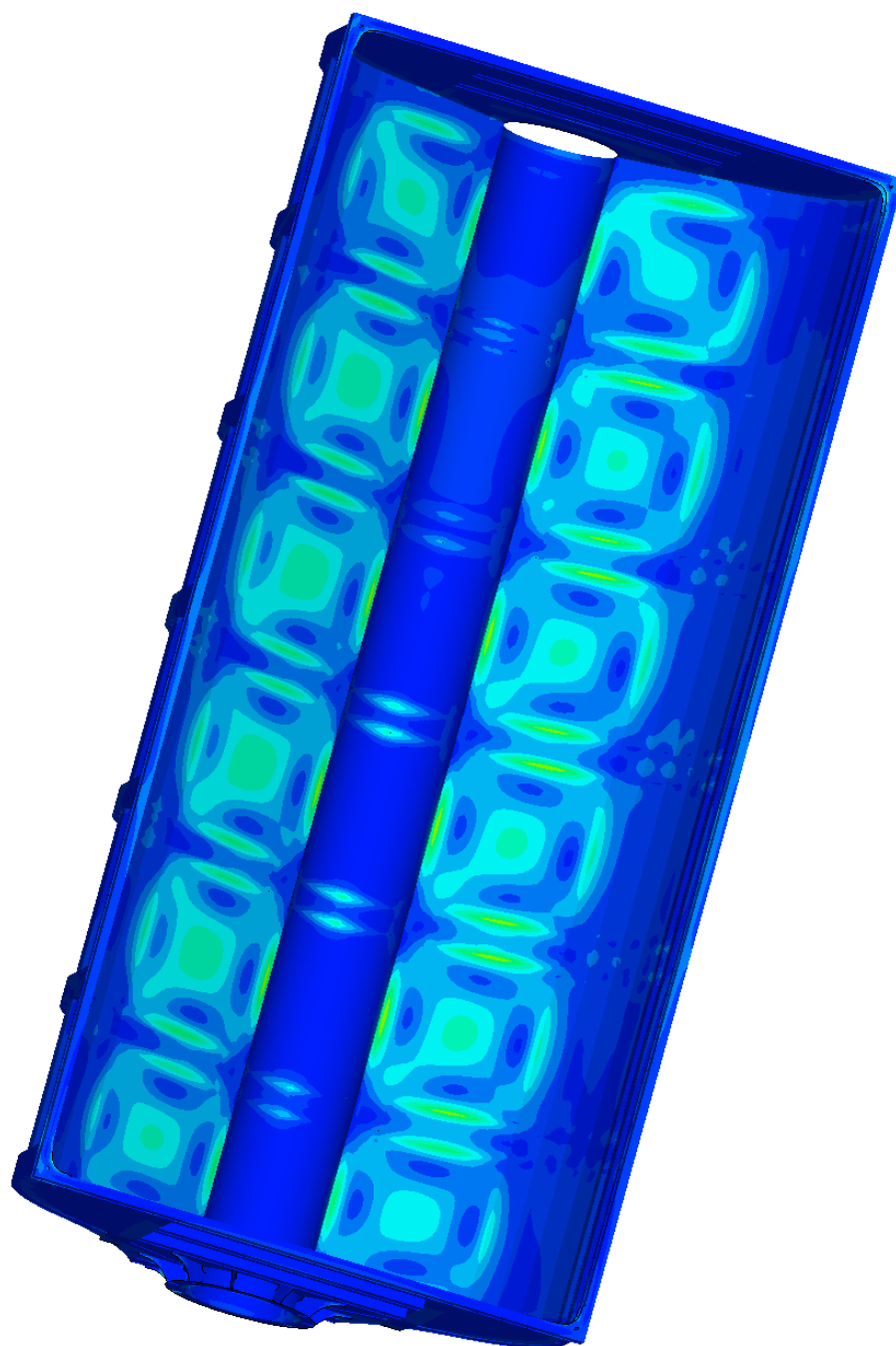


**Příloha 2** – Navržená sestava překládacího vozu – vyklopený překládací dopravník



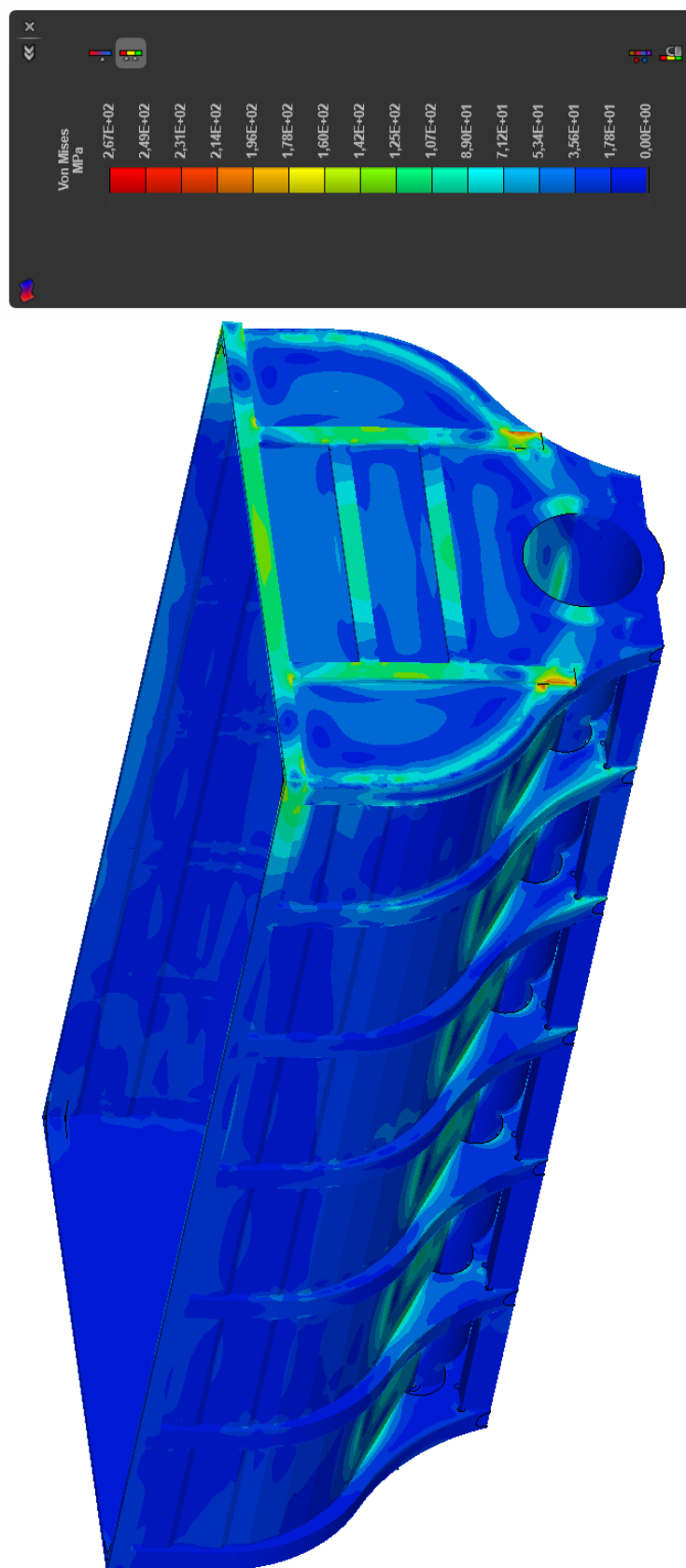
**Příloha 3** – Napětí HMH (top, bottom), konstrukce násypky – statická poloha

- Stupnice 0 – 267 MPa, nedeformovaný model



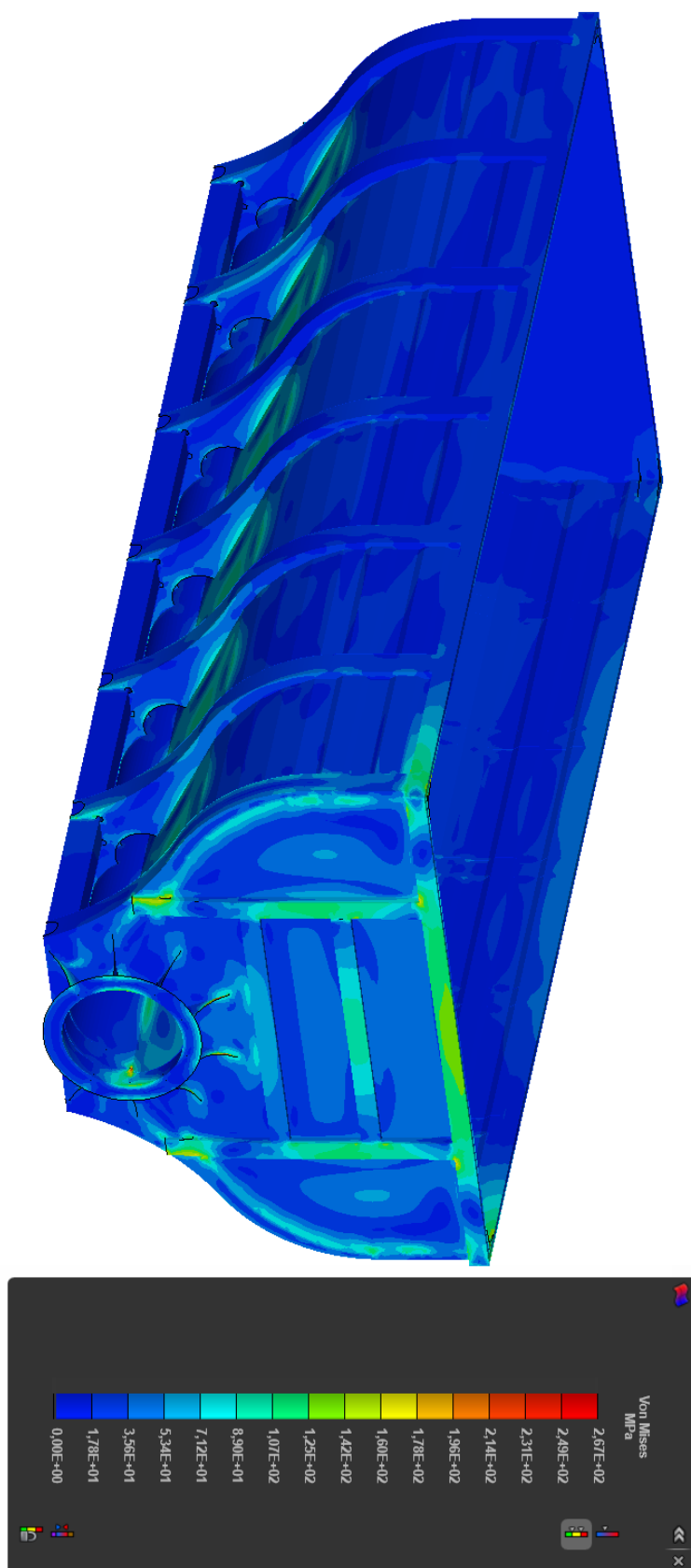
**Příloha 4** – Napětí HMH (top, bottom), konstrukce násypky – akcelerace

- Stupnice 0 – 267 MPa, nedeformovaný model



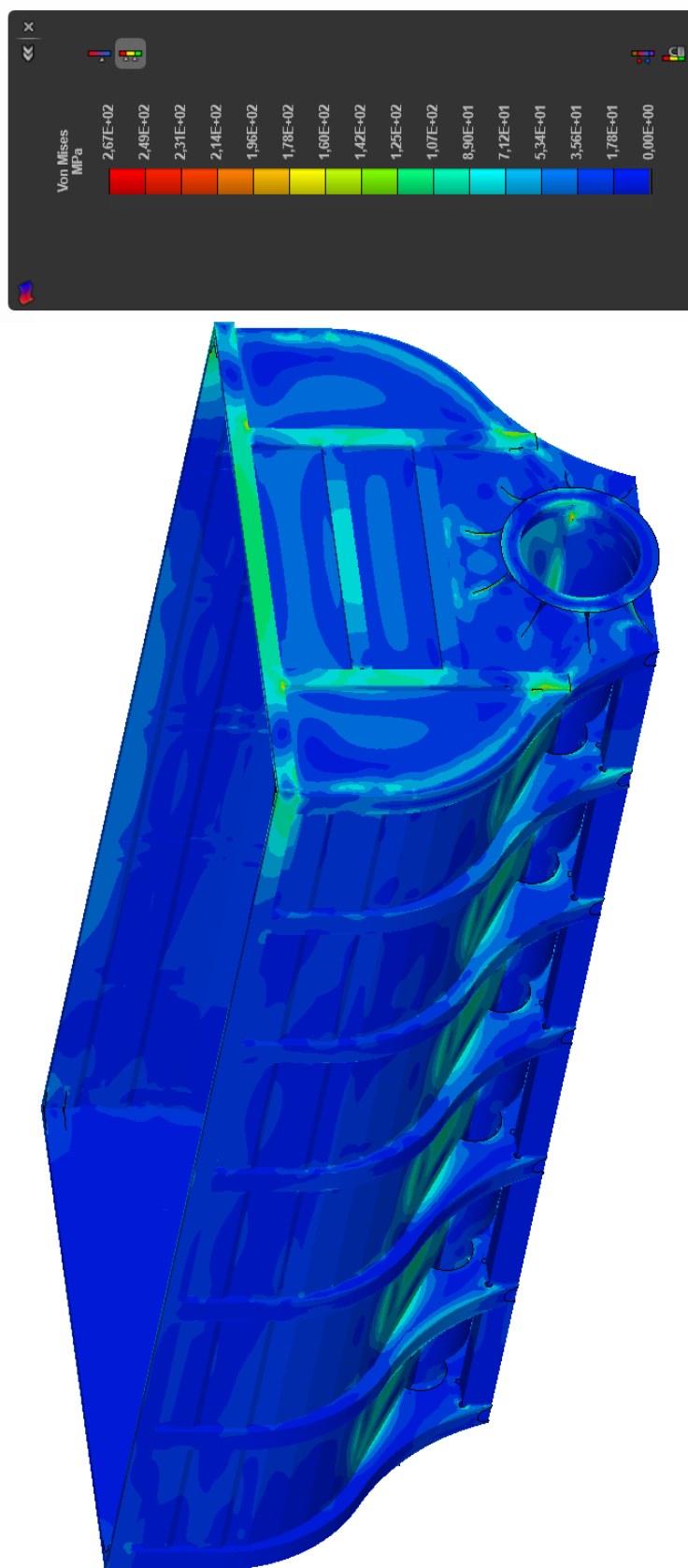
**Příloha 5** – Napětí HMH (top, bottom), konstrukce násypky – brzdění traktoru

- Stupnice 0 – 267 MPa, nedeformovaný model



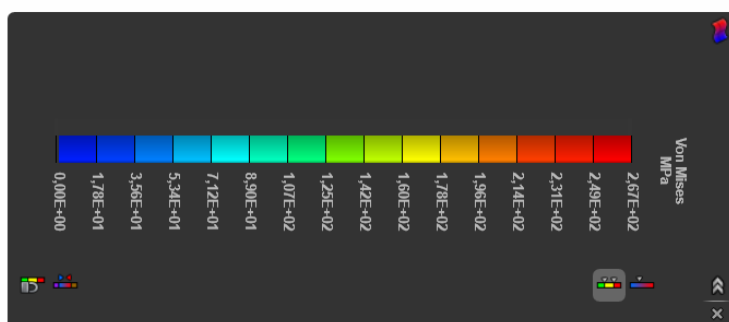
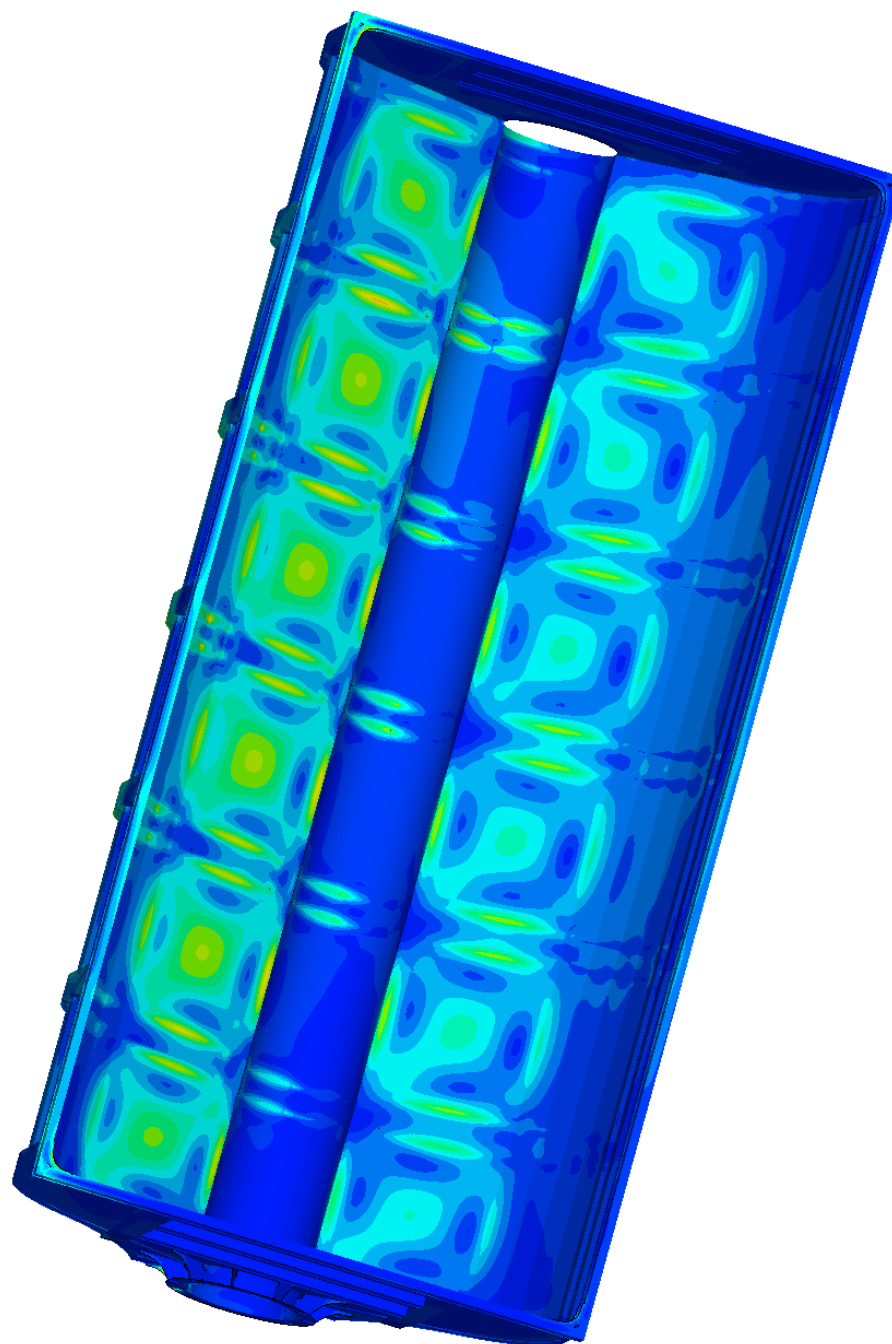
**Příloha 6** – Napětí HMH (top, bottom), konstrukce násypky – brzdění překládacího vozu

- Stupnice 0 – 267 MPa, nedeformovaný model



**Příloha 7** – Napětí HMH (top, bottom), konstrukce násypky – průjezd zatáčkou

- Stupnice 0 – 267 MPa, nedeformovaný model



## Příloha 8 – Porovnání základních parametrů vybraných překládacích vozů a vlastního návrhu

Porovnání parametrů vybraných překládacích vozů a vlastního návrhu (varianty s pneumaticky odpruženými nápravami)

	ULW 2500	HTS 22.16	GTW 330	T 740	GTU 25	GS-24,5	GPP 23	NÁVRH
Maximální technicky přípustná hmotnost [kg]	22 000	23 000	24 000	23 000	23 000	24 000	24 500	24 000
Maximální kapacita násypky [m <sup>3</sup> ]	30	28	33	28	28	28,5	31	30
Vnitřní délka násypky [mm]	6 000	6 200	6 800	6 015	5 200	*	6 000	6 200
Vnitřní šířka násypky [mm]	2 500	2 500	2 500	2 492	2 500	*	2 450	2 840
Maximální překládací výška [mm]	4 700	4 250	5 800	4 850	4 700	4 660	4 900	4 900
Průměr překládacího šneku [mm]	500	550	600	430	450	420	400	600
Maximální překládací výkon [m <sup>3</sup> ·min <sup>-1</sup> ]	15,6	15	24,4	8,9	12	9,5	10,3	16,8
Počet náprav [-]	2	2	2	2	2	2	2	2
Odpružení náprav podvozku	mechanické	hydropneu.	hydropneu.	mechanické	mechanické	hydropneu.	mechanické	mechanické / pneumatické
Typ oje	pevná	odpružená	odpružená	pevná	pevná / odpružená	odpružená	pevná	pevná

\* hodnota není veřejně dostupná

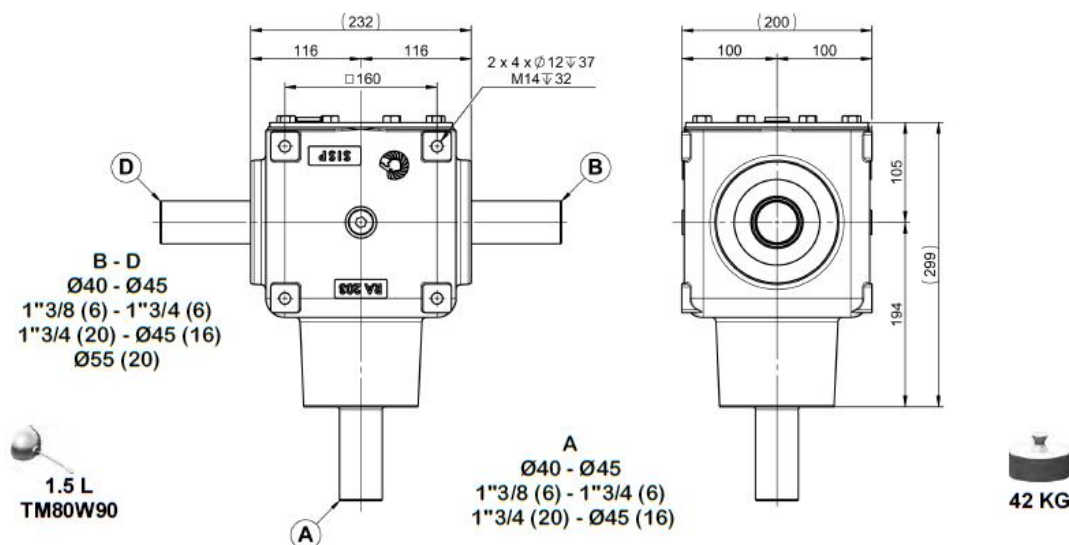


## Příloha 9 – Úhlová převodovka



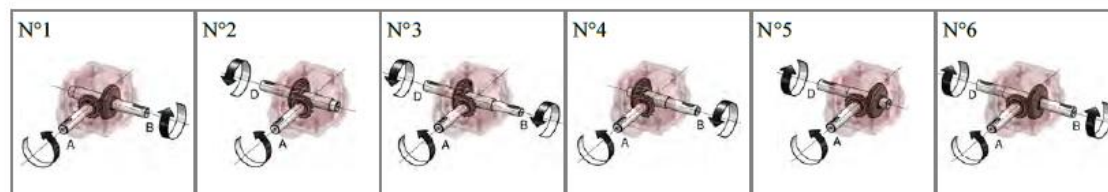
# RA203 RENVOI D'ANGLE

## RA203 GEARBOX



RAPPORT RATIO	A				B - D	
	T/MN - RPM	CV - HP	KW	NM	T/MN - RPM	NM
1/1	540	156	115	2070	540	2070
1/1.35		155	114	2060	400	2780
1/1.54		124	91	1652	350	2528
1/1.83		101	74	1332	295	2444
1/1	1000	266	196	1910	1000	1910
1/1.35		265	195	1900	740	2596
1/1.54		212	156	1528	650	2344
1/1.83		174	128	1244	546	2281

RAPPORT RATIO	B - D				A	
	T/MN - RPM	CV - HP	KW	NM	T/MN - RPM	NM
1.35/1	540	209	154	2780	729	2060
1.54/1		191	141	2540	831	1652
1.83/1		184	135	2436	988	1332



## Příloha 10 – Mechanické odpružení


**gigant**  
trailer achsen

**Baureihe LK**  
Doppelachsaggregate

**LK 17**  
mit Parabelfedern  
FAHRHÖHE (beladen) ca. 390 - 410 mm

AGGREGATTYP	BESTELL NR.	A (unbeladen) (mm)	B (beladen) (mm)	h (mm)	RS (mm)	ACHSLAST	ZEICHNUNGS-NR.
LK 17-1810-24 P	700420160	352	318	119	1810	12 t	41.085-3
LK 17-1810-32 P	700420763	364	337	131	1810	16 t	41.085-3

3

**LK 17**  
mit Parabel-Tiefladerfedern  
FAHRHÖHE (beladen) ca. 320 - 365 mm

AGGREGATTYP	BESTELL NR.	A (unbeladen) (mm)	B (beladen) (mm)	h (mm)	RS (mm)	ACHSLAST	ZEICHNUNGS-NR.
LK 17-1810-20 PT	700420173	272	243	100	1810	10 t	41.096-3
LK 17-1810-24 PT	700420183	277	252	108	1810	12 t	41.096-3
LK 17-1810-32 PT	700420470	313	289	134	1810	16 t	41.096-3

**LK 17**  
mit Parabelfedern, zweistufig  
FAHRHÖHE (beladen) ca. 390 mm

AGGREGATTYP	BESTELL NR.	A (unbeladen) (mm)	B (beladen) (mm)	h (mm)	RS <sup>16</sup> (mm)	ACHSLAST	ZEICHNUNGS-NR.
LK 17-1810-20 P 2.1	700420301	351	314	118	1810	10 t	41.160-3

16) größerer Achsabstand auf Anfrage

## Příloha 11 – Pneumatické odpružení



**gigant**  
trailer achsen

## LUFTFEDER- AGGREGATE

**TLR**

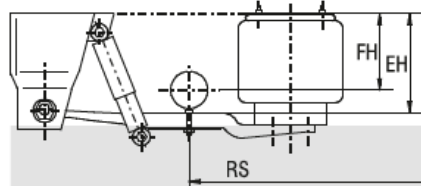
FAHRHÖHE ca. 150 - 350 mm

BALG: Ø 360 mm

GESAMTHUB: 200 mm

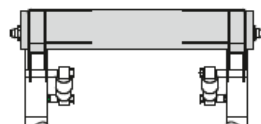
LENKERBREITE: 100 mm

**2**



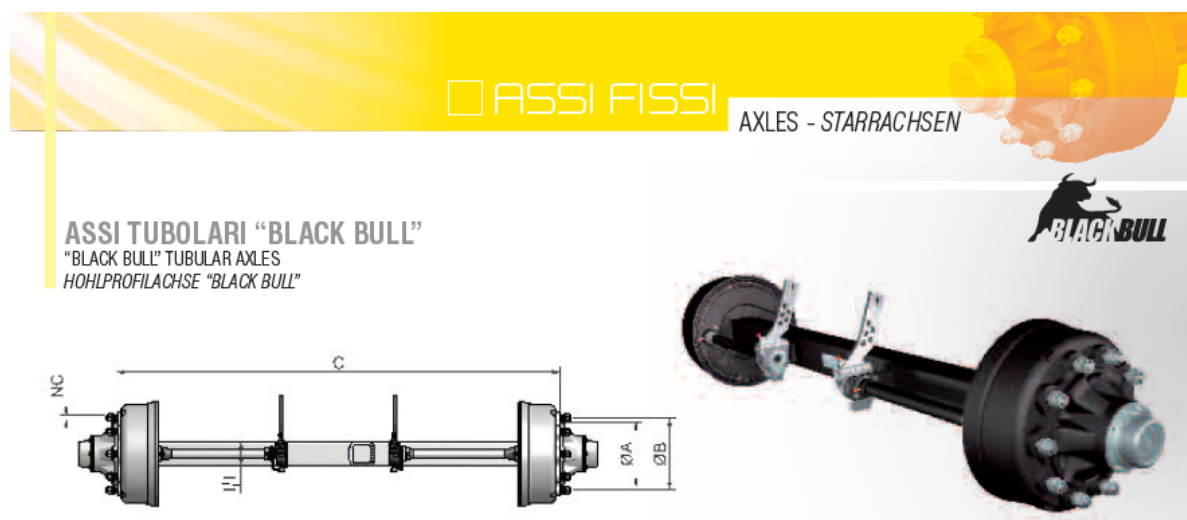
BAUREIHE	FH Fahrhöhe	RS Radstand min.	ZUL. ACHS- LAST (kg)	BESTELL- NR.	BEZEICHNUNG	L1	L2	t	EH Einbauhöhe	ABSENK- WEG	ZEICHNUNGS- NR.
TLRH	290 - 350	1165	9000	700688504	TLRH 50/9.1	500	350	1x 51	392 +40/-20	ca. 85	71.024-4
			12000	700688508	TLRH 50/12.1			1x 56		ca. 90	
	280 - 340	1235	9000	700688514	TLRH 50.42/9.1		420	2x 43	391 ±30	ca. 100	71.034-4
			13000	700688511	TLRH 50.42/13			2x 48		ca. 105	
TLR	230 - 290	1165	9000	700688524	TLR 50/9.1	500	350	1x 51	342 ±30	ca. 90	71.025-4
			12000	700688528	TLR 50/12.1			1x 56		ca. 95	
	240 - 300	1235	9000	700688534	TLR 50.42/9.1		420	2x 43	342 +30/-20	ca. 90	71.033-4
			13000	700688531	TLR 50.42/13			2x 48		ca. 90	
TLRO	200 - 260	1165	9000	700688544	TLRO 50/9.1	500	350	1x 51	292 +50/-0	ca. 60	71.026-4
			12000	700688548	TLRO 50/12.1			1x 56		ca. 65	
	190 - 250	1235	9000	700688554	TLRO 50.42/9.1		420	2x 43	292 +50/-0	ca. 60	71.035-4
			13000	700688551	TLRO 50.42/13			2x 48		ca. 65	
TLRM	190 - 250	1165	9000	700630863	TLRM 50/9.1	500	350	1x 51	274 +40/-0	ca. 60	71.060-4
			12000	700630842	TLRM 50/12.1			1x 56		ca. 60	
	150 - 190	1195	9000	700630864	TLRM 50/12		420	2x 43	268 +40/-0	ca. 60	71.066-4
			13000	700630865	TLRM 50.42/9.1			2x 48		ca. 60	
TNLRZS	150 - 190	1195	9000	700630866	TNLRZS 50/9.1	500	380	1x 51	228 +40/-0	ca. 60	71.071-4
			10000 <sup>9)</sup>	700631031	TNLRZS 50/12.1			1x 56		ca. 60	










Aggregate dieser Seite  
sind auch mit **C-Profil**  
erhältlich.



9) begrenzt durch Balgdruck

## Příloha 12 – Brzděná náprava



CODICE Code Bestellnr.	TUBO Tube Röhre (mm)	PORTATA (kg) Capacity - Achslast									ATTACCO p.c.d. Radanschluss			
		40 km/h			60 km/h			> 65 km/h			NC	ØA (mm)	ØB (mm)	
														
FRENO - Brake - Bremse <b>TG 408E 400x80</b>														
AS1RF6TG...	110	9.200	10.000	8.500	8.500	9.400	7.700	7.700	8.500	7.000	6 M18	160	205	
AS1RF8TG...	110	9.200	10.000	8.500	8.500	9.400	7.700	7.700	8.500	7.000	8 M18	220	275	
AS2TG8TG...	120	11.500	12.500	10.500	10.500	11.500	9.500	9.500	10.500	8.500	8 M20	220	275	
AS2TG1TG...	120	11.500	12.500	10.500	10.500	11.500	9.500	9.500	10.500	8.500	10 M22	280	335	
FRENO - Brake - Bremse <b>VE 406E 406x120</b>														
AS2TG8VE...	120	11.500	12.500	10.500	10.500	11.500	9.500	9.500	10.500	8.500	8 M20	220	275	
AS2TG1VE...	120	11.500	12.500	10.500	10.500	11.500	9.500	9.500	10.500	8.500	10 M22	280	335	
FRENO - Brake - Bremse <b>VC 412E 406x120</b>														
AS2TG8VC...	120	11.500	12.500	10.500	10.500	11.500	9.500	9.500	10.500	8.500	8 M20	220	275	
AS2TG1VC...	120	11.500	12.500	10.500	10.500	11.500	9.500	9.500	10.500	8.500	10 M22	280	335	
AS3UF8VC...	130	13.000	14.200	11.800	11.800	13.000	11.000	11.000	12.000	10.000	8 M20	220	275	
AS3UF1VC...	130	13.000	14.200	11.800	11.800	13.000	11.000	11.000	12.000	10.000	10 M22	280	335	
AS5VF1VC...	150	15.500	17.000	14.200	14.200	15.500	13.000	13.000	14.000	12.000	10 M22	280	335	
AE5ZA1VC...	150 ( R )	20.000	21.700	18.000	18.000	19.800	16.200	16.200	17.800	14.500	10 M22	280	335	
FRENO - Brake - Bremse <b>WC 414E 406x140</b>														
AS2TG8WC...	120	11.500	12.500	10.500	10.500	11.500	9.500	9.500	10.500	8.500	8 M20	220	275	
AS2TG1WC...	120	11.500	12.500	10.500	10.500	11.500	9.500	9.500	10.500	8.500	10 M22	280	335	
AS3UF8WC...	130	13.000	14.200	11.800	11.800	13.000	11.000	11.000	12.000	10.000	8 M20	220	275	
AS3UF1WC...	130	13.000	14.200	11.800	11.800	13.000	11.000	11.000	12.000	10.000	10 M22	280	335	
AS5VF1WC...	150	15.500	17.000	14.200	14.200	15.500	13.000	13.000	14.000	12.000	10 M22	280	335	
AE5ZA1WC...	150 ( R )	20.000	21.700	18.000	18.000	19.800	16.200	16.200	17.800	14.500	10 M22	280	335	
FRENO - Brake - Bremse <b>XC 4218E 420x180</b>														
AS2XL1XC...	120	15.000	16.500	13.500	13.500	14.800	12.200	12.200	13.400	11.000	10 M22	280	335	
AS5XL1XC...	150	15.000	16.500	13.500	13.500	14.800	12.200	12.200	13.400	11.000	10 M22	280	335	
AS5VF1XC...	150	15.500	17.000	14.200	14.200	15.500	13.000	13.000	14.000	12.000	10 M22	280	335	
AS5PB1XC...	150	16.500	18.000	15.000	15.000	16.500	14.000	13.500	14.800	12.200	10 M22	280	335	
FRENO - Brake - Bremse <b>YC 4220E 420x200</b>														
AS5XL1YC...	150	15.000	16.500	13.500	13.500	14.800	12.200	12.200	13.400	11.000	10 M22	280	335	
AS5VF1YC...	150	15.500	17.000	14.200	14.200	15.500	13.000	13.000	14.000	12.000	10 M22	280	335	
AS5PB1YC...	150	16.500	18.000	15.000	15.000	16.500	14.000	13.500	14.800	12.200	10 M22	280	335	
AE5ZA1YC...	150 ( R )	20.000	21.700	18.000	18.000	19.800	16.200	16.200	17.800	14.500	10 M22	280	335	
FRENO - Brake - Bremse <b>ZE 5218E 520x180</b>														
AS5VF1ZE...	150	15.500	17.000	14.200	14.200	15.500	13.000	13.000	14.000	12.000	10 M22	280	335	
AE5ZA1ZE...	150 ( R )	20.000	21.700	18.000	18.000	19.800	16.200	16.200	17.800	14.500	10 M22	280	335	

Le portate degli assali sono dipendenti dalla carreggiata, distanza degli appoggi e ruote impiegate nell'applicazione.  
The capacity of the axles depend on track, spring centers and wheels used.  
Die Achslasten sind abhängig von der verwendeten Spur, Federmitteln und Reifen der Achsen.



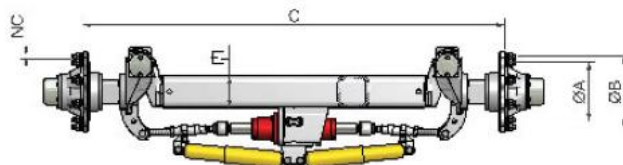
## Příloha 13 – Říditelná náprava



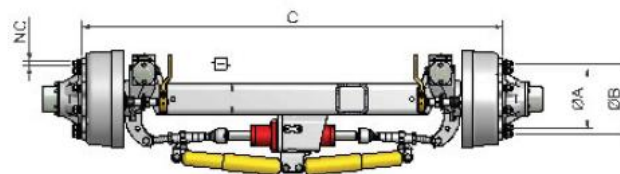
**ASSI AUTOSTERZANTI "DUAL MODE"**  
 "DUAL MODE" SELF STEERING AXLES  
 NACHLAUFLENKACHSEN "DUAL MODE"

**SWP - SWA\* Type**

DUAL MODE



CODICE Code Bestellnr.	QUADRO Square Vkt (mm)	PORTATA (kg) Capacity - Achslast			ATTACCO p.c.d. Radanschluss		
		40 km/h	60 km/h	> 65 km/h	NC	ØA (mm)	ØB (mm)
B0S5VF100...	150	14.200	13.000	12.000	10 M22	280	335
B0E5ZA100...	150 ( R )	18.000	16.200	14.500	10 M22	280	335



**FRENO - Brake - Bremse VC 412E 406x120**

B0S5VF1VC...	150	14.200	13.000	12.000	10 M22	280	335
B0E5ZA1VC...	150 ( R )	18.000	16.200	14.500	10 M22	280	335

**FRENO - Brake - Bremse WC 414E 406x140**

B0S5VF1WC...	150	14.200	13.000	12.000	10 M22	280	335
B0E5ZA1WC...	150 ( R )	18.000	16.200	14.500	10 M22	280	335

**FRENO - Brake - Bremse XC 4218E 420x180**

B0S5XL1XC...	150	13.500	12.200	11.000	10 M22	280	335
B0S5VF1XC...	150	14.200	13.000	12.000	10 M22	280	335
B0E5ZA1XC...	150 ( R )	18.000	16.200	14.500	10 M22	280	335

**FRENO - Brake - Bremse YC 4220E 420x200**

B0S5XL1YC...	150	13.500	12.200	11.000	10 M22	280	335
B0S5VF1YC...	150	14.200	13.000	12.000	10 M22	280	335
B0E5ZA1YC...	150 ( R )	18.000	16.200	14.500	10 M22	280	335

**FRENO - Brake - Bremse ZE 5218E 520x180**

B0S5VF1ZE...	150	14.200	13.000	12.000	10 M22	280	335
B0E5ZA1ZE...	150 ( R )	18.000	16.200	14.500	10 M22	280	335

Le portate degli assali sono dipendenti dalla carreggiata, distanza degli appoggi e ruote impiegate nell'applicazione.  
 The capacity of the axles depend on track, spring centers and wheels used.  
 Die Achslasten sind abhängig von der verwendeten Spur, Federmitte und Reifen der Achsen.

\*Versione disponibile a 0° - available version at 0° - verfügbare Ausführung bei 0°



## Příloha 14 – Pneumatiky

**Agriterra (pokračování)**

## Technická data a nosnosti

Rozměr	Dezén Typ	LI/SS	Ráfek * (dovolený)	Šířka (mm)	Vnější průměr (mm)	Statický poloměr (mm)	Účinný obvod (mm)
650/65 R 26.5 IMP	Agriterra 02	174 D	AG 20.00 × 26.5	675	1 516	683	4 527
710/50 R 26.5 IMP	Agriterra 02	170 D	AG 24.00 × 26.5 AG 20.00 × 26.5	737	1 388	628	4 189
<b>800/45 R 26.5 IMP</b>	Agriterra 02	174 D	AG 24.00 × 26.5 AG 28.00 × 26.5	770	1 394	628	4 163
680/60 R 30.5 IMP	Agriterra 03	176 D	AG 20.00 × 30.5	697	1 623	740	4 875
750/60 R 30.5 IMP	Agriterra 03	181 D	AG 24.00 × 30.5	792	1 672	755	4 998
850/50 R 30.5 IMP	Agriterra 02	182 D	AG 28.00 × 30.5	880	1 620	732	4 844

\* další možné ráfky na dotaz

Pro intenzivní silniční provoz při 65/50/40/30 km/h musí být husticí tlak zvýšen o 0,4 bar.

Maximální husticí tlak nesmí být překročen.

Důležité: husticí tlak je odvislý od zatížení na jednu pneumatiku, rychlosti stroje a typu uskutečňovaných prací!

Všechny uvedené hodnoty jsou platné pro svahy do 20 % (11°). Pokud se pohybujete na svahu větším než 20 %, kontaktujte prosím výrobce.

Bezdušové pneumatiky – mohou být používány i s duší.